COUSTEAU


VIAJES

35



folio







COUSTEAU

VIAJES

35

Dirección editorial: Julián Viñuales Solé

Asesores científicos: Serge Bertino, Rhodes W.Fairbridge, Antonio Ribera y Vicente Manuel Fernández

Traducción: Vicente Manuel Fernández y Miguel Aymerich

Coordinación editorial: Julián Viñuales Lorenzo

Coordinación técnica: Pilar Mora

Coordinación de producción: Miguel Angel Roig

Diseño cubierta: STV Disseny

Publicado por :
Ediciones Folio, S.A.
Muntaner, 371-373
08021 Barcelona

De esta obra hubo una edición anterior de doce volúmenes titulada genéricamente *Los Secretos del Mar.*

ISBN: 84-7583-528-7 (Volumen 35)
84-7583-530-9 (Obra completa)

Impresión: Printer, Industria Gráfica, S.A.

Depósito Legal: B-1568-1994
Printed in Spain

COUSTEAU

VIAJES

35

folio



SUMARIO

UNA CIVILIZACION SEPULTADA



De Cnossos a Santorín



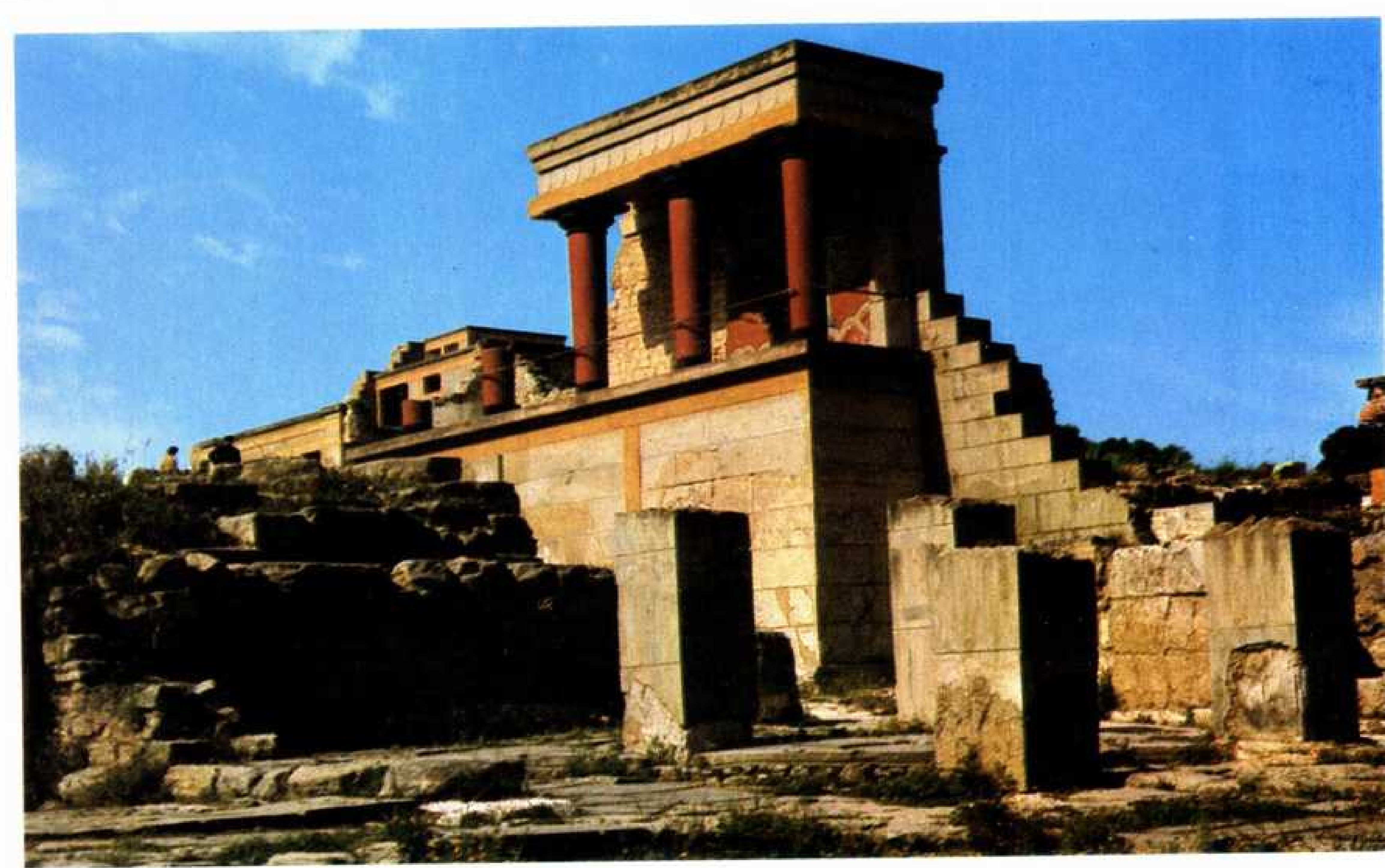
INCLUSO sobre una simple maqueta, la primera impresión que produce el palacio de Cnossos es la de la majestuosidad. Desde este conjunto de construcciones magníficas y de templos, los reyes minoicos presidieron durante mil quinientos años los destinos de una civilización fabulosa, que floreció en la edad del Bronce, unos mil años antes de la civilización griega clásica.

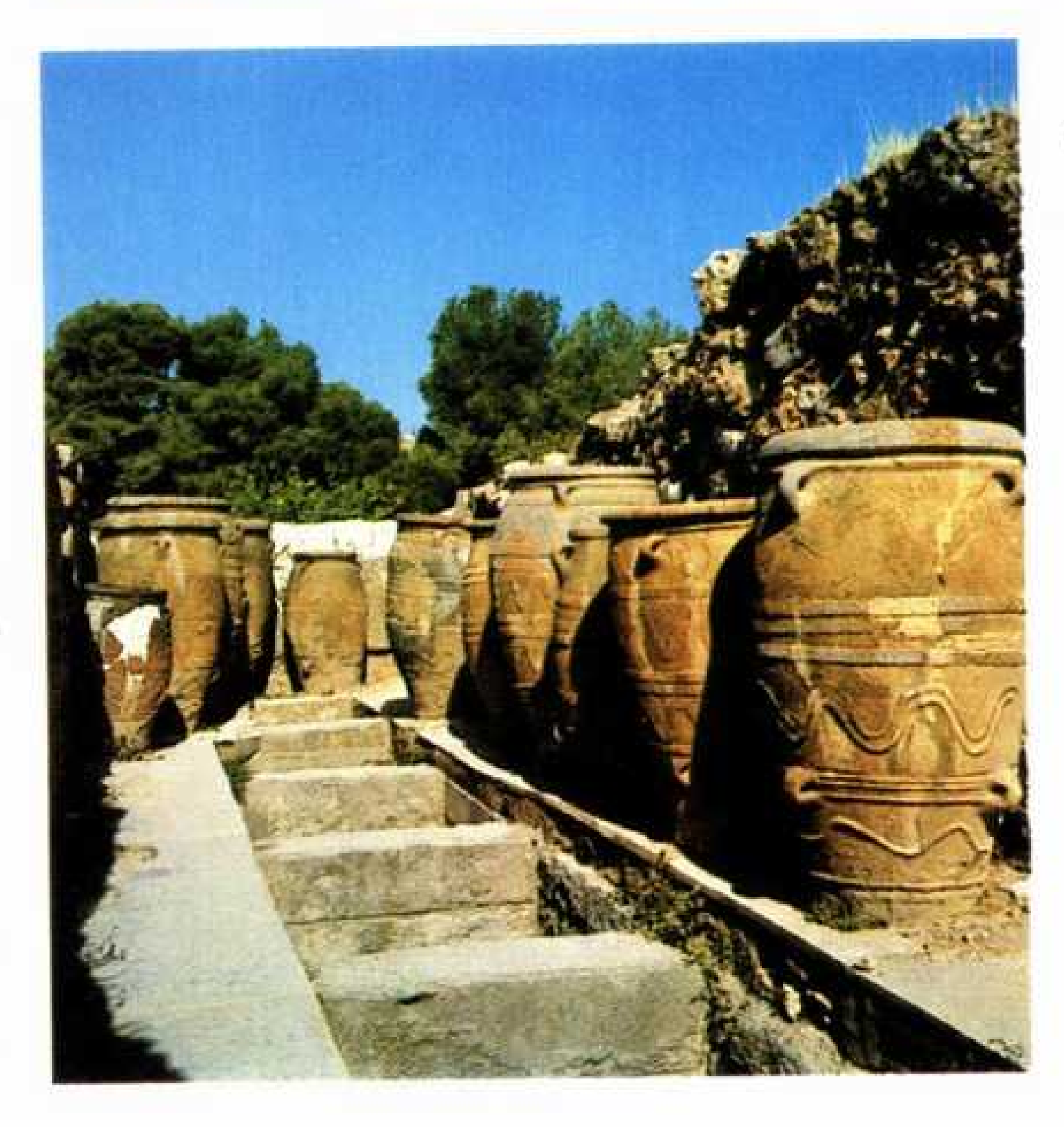
Bajo estos pórticos, en estos patios, en estas terrazas y estas escaleras, en estas estancias con columnatas y estas monumentales recámaras, evolucionaba una aristocracia brillante y refinada, que apreciaba las artes y daba a la mujer un lugar que no volverá a tener nunca en los países mediterráneos.

Fue aquí donde se desarrolló el culto al toro, ya muy en boga en el Cercano Oriente, y que originó la leyenda de Teseo, que logró matar al Minotauro y salir, guiado por el hilo de Ariadna, del laberinto construido por Dédalo. Ahora bien, no es imposible que el mito de la Atlántida, cuyas semejanzas con la Creta minoica son tan numerosas, haya tenido sus orígenes en Cnossos.

Cnossos es hoy una vasta extensión de ruinas silenciosas. Los palacios fueron sacados a la luz a principios de siglo por el arqueólogo inglés Evans. Pero ¿cuál fue la causa de la destrucción sufrida después de siglos de esplendor?

Numerosos indicios, estudiados cuidadosamente por los geólogos, arqueólogos, filólogos (cenizas volcánicas encontradas en los sedimentos marinos del Mediterráneo oriental, obras costeras cretenses arrancadas por una enorme ola de tsunami, ciertas plagas de Egipto de las que habla la Biblia), dan testimonio de que en el curso del siglo XV antes de nuestra era, el Mediterráneo oriental fue devastado por un cataclismo de una violencia





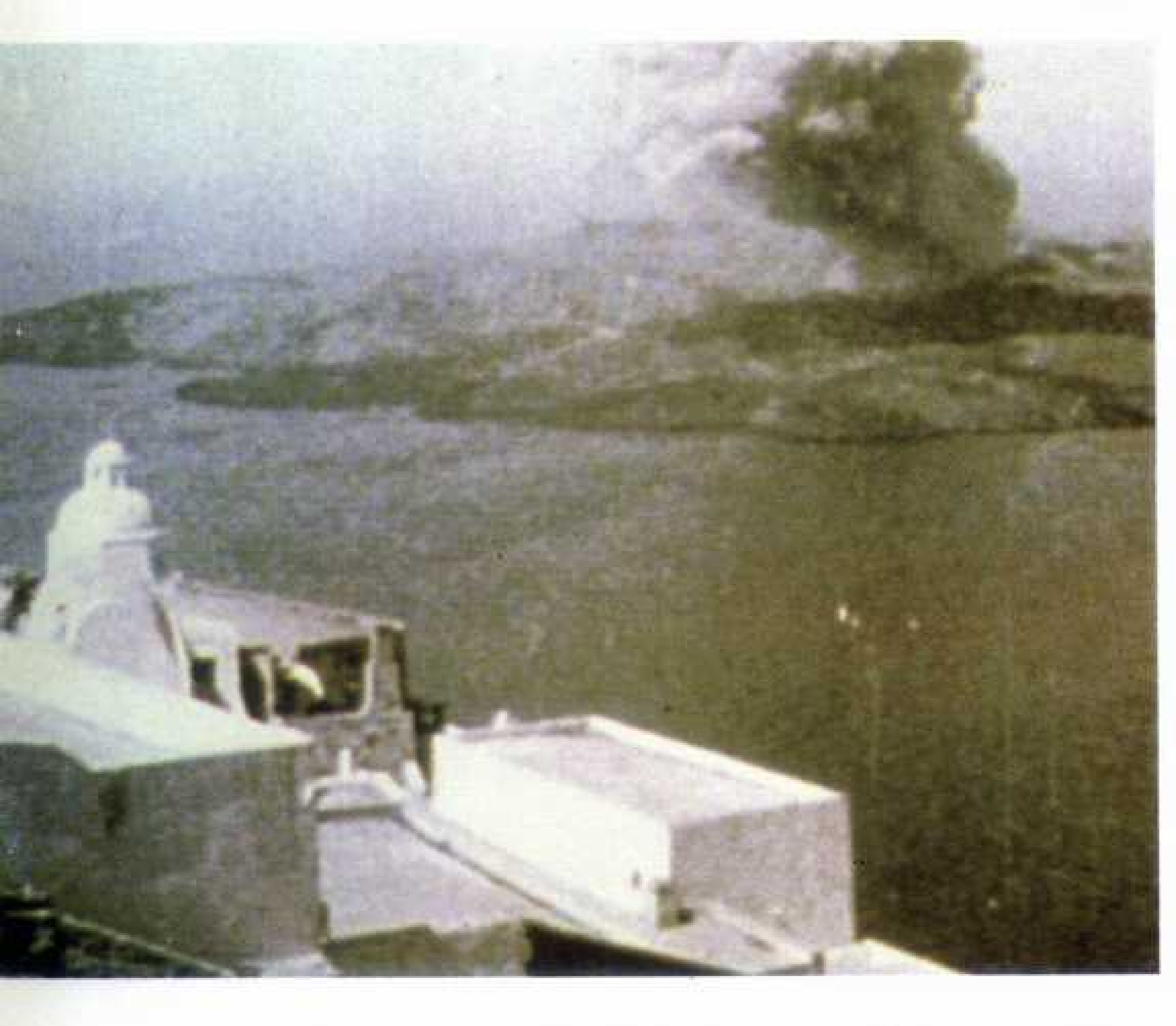
El palacio de Cnossos, el más hermoso de Creta, fue la residencia de legendarios reyes de la isla, varios de los cuales llevaron el nombre de Minos. A principios de siglo fue exhumado por el arqueólogo británico Evans, y desde entonces ha sido restaurado magníficamente. Los frescos que adornan sus muros, especialmente en la sala del Trono (en la página siguiente, abajo), se cuentan entre las obras maestras del arte universal. La civilización minoica, o cretense, era brillante, y dominó en el Mediterráneo en la edad del Bronce.



nunca antes registrada en la historia. Para encontrar la clave de este antiguo misterio, el *Calypso* debe continuar su investigación a través del mar Egeo hasta la isla de Santorín. Se trata de esa roca volcánica que, en torno al año 1450 a. de C., fue desmantelada por la más colosal explosión que la Tierra haya conocido jamás.

Santorín, conocida igualmente con el nombre de Thera, se encuentra a 120 kilómetros al nordeste de Creta. Vista desde el cielo, esta isla se asemeja a una gran copa rota —una copa que tendría 16 kilómetros de diámetro—. Este círculo es todo lo que queda de una isla volcánica cuyo destino geológico ha condicionado la historia humana en esta parte del mundo, infligiendo duelo y desolación a prestigiosas culturas. La erupción cataclísmica de Santorín abatió en pocos días el poderío y la soberbia del reino de Minos.

Una erupción apocalíptica





AUN cuando hubiera conquistado Babilonia y puesto en fuga al faraón de Egipto, el gran pueblo hitita cayó en un olvido casi total, que duró tres mil años. Este pueblo había construido en Anatolia palacios semejantes a los del legendario rey Minos en Creta. Fue él quien cedió a Abraham el territorio de Canaán, que quedó como sagrado para árabes y judíos. El hijo de uno de sus soberanos estuvo muy cerca de sentarse, como faraón, en el trono de Egipto. La rica e interesante literatura dejada por los hititas ocupa siempre a los eruditos, que se dedican a estudiarla. Entre las obras ya descifradas, el *Mito de la desaparición del dios Telipinu* se refiere muy de cerca al volcán que nos ocupa.

Telipinu era el dios de las cosechas. «Cuando Telipinu se hubo ido, dice el texto hitita, la niebla rodeó las ventanas y el humo la mansión. En el atrio, los leños fueron apagados y los dioses fueron también sofocados sobre los altares. En los apriscos, las ovejas fueron sofocadas y en el establo los bovinos. La oveja rechazó al cordero y la vaca a su ternero. Telipinu se había ido...»

¿Cuál pudo ser la causa de todas estas desgracias?, se han preguntado los arqueólogos cuando se conoció este mito. Las palabras claves de la historia eran «niebla» y «humo». Se formuló la hipótesis de que la leyenda de Telepinu describía una erupción volcánica. El reino de los hititas se extendía efectivamente sobre una zona volcánica. Los eruditos piensan que el mito de Telipinu se refiere a una erupción volcánica histórica datable: la de Thera, o Santorín, en el siglo XV a. de C.

Las ruinas arqueológicas de Cnossos y de Thera, el análisis de las cenizas, la datación de los restos vegetales con el carbono 14, hacen pensar que el volcán de Thera explotó alrededor del 1470 a. de C. Fue una deflagración formidable, que trastrocó ciudades y campos en centenares de kilómetros cuadrados alrededor. Las nubes de ceniza oscurecieron durante un largo período la cuenca del Mediterráneo, y destruyeron las cosechas. Los terremotos provocaron el derrumbe de ciudades y templos. Tsunamis de 60 metros de altura asolaron los puertos. La ampli-





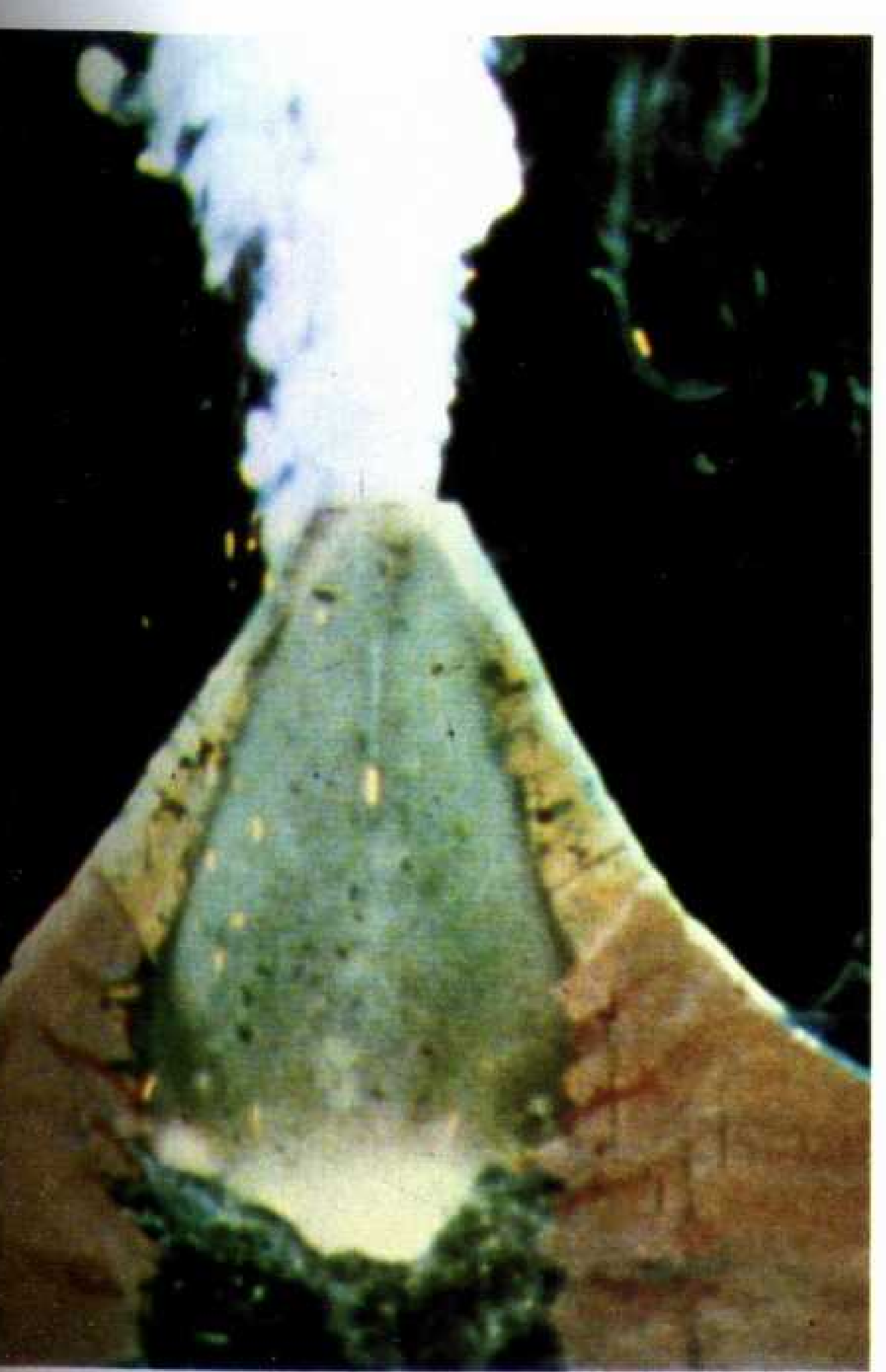




¿Cómo desapareció la civilización minoica? Ahora se sabe que en el siglo XV a. de C., en el momento precisamente en que se hundió, tuvo lugar una explosión volcánica cataclísmica en la isla de Santorín, o Thera, en las Cícladas. La secuencia de fotografías de arriba muestra una serie de manifestaciones plutonianas recientes en Thera. Abajo: el célebre vulcanólogo Haroun Tazieff, amigo del comandante Cousteau, ha realizado para nosotros esta maqueta «dinámica» del volcán de Thera. Nos muestra la forma en que el cono eruptivo explotó dejando una amplia depresión (caldera), hoy invadida por el mar.

tud de estas destrucciones no sorprenderá a aquellos que han seguido por televisión o han leído en los periódicos los acontecimientos sobrevenidos en 1980, cuando la erupción del volcán Santa Elena en el estado americano de Washington. Pues bien, la erupción de Thera fue decenas de veces más fuerte, y dio lugar a tsunamis espantosos.

Las tinieblas que menciona el mito hitita de Telipinu se han comparado con la «plaga de las tinieblas» de que habla la Biblia. Otros textos antiguos evocan también una erupción volcánica gigantesca: por ejemplo, la Titanomaquia (el combate de los titanes) que pinta Hesíodo. En realidad, puede pensarse que todas estas descripciones se refieren a la explosión de Thera, en el siglo XV a. de C. Fue en esa época cuando quedó destruida la civilización minoica. De ahí a hacer de la Creta minoica la Atlántida de Platón no hay más que un paso. El sepultamiento de la fabulosa ciudad sería la irrupción mortal del tsunami que siguió a la explosión de Thera y devastó las riberas de Creta.





Y Psira fue destruida...

ROQUEDOS pelados pero admirables, incrustados en un agua de un ultramar casi irreal, las islas del mar Egeo guardan el vestigio de los grandes mitos fundadores que comenzaron la historia del hombre occidental.

El roquedo de Psira es un desierto de guijarros de arbustos espinosos. Pero ¿qué encierran sus aguas? Me sumerjo junto con Albert Falco, Raymond Coll e Ivan Giacoletto, para explorar una delgada península que se sumerge en el mar como un huesudo dedo. El *Calypso* está anclado en su orilla, y parece indicarnos lo que ahora nos falta por intentar descubrir.

Según lo que hemos visto desde el helicóptero, nos zambullimos sin peligro de equivocarnos sobre un extenso campo de ruinas hundidas. Sin embargo, no estamos preparados para el espectáculo increíble que se despliega ante nuestros ojos. Sobre un centenar de metros, el fondo del mar se presenta como una pista de circo, o como el hueco de la concha de algún molusco monstruoso. En la pendiente, un inmenso depósito de cerámica. Cientos, miles de jarras, de ánforas, de vasos, de copas yacen aquí en un desorden indescriptible. Algunos objetos han rodado hasta la arena del fondo. Pero la mayor parte, solidificados por la acción química del agua de mar, forman un solo bloque, un gigantesco agregado.

¿Cómo explicar esta abundancia de cerámica, mucha de la cual está todavía intacta y parece no haber nunca servido para nada? Reflexionando en lo que ven mis ojos, en las grandes ondulaciones perpendiculares a la orilla que adornan el muro de cerámicas, como un festón, me viene de súbito una idea. Se trata probablemente de pecios antiguos que naufragaron todos juntos, costado con costado a lo largo del muelle del puerto. La madera de las embarcaciones se ha podrido. No quedan sino los cargamentos de vajillas y las tinajas donde los comerciantes transportaban el aceite, el vino, las especias y las demás vituallas. Aglutinadas por las algas incrustantes, por las esponjas y los corales antes de que se disgregaran los cascos de los barcos, los cargamentos habrían conservado aproximadamente la forma de las embarcaciones.

Pero ¿por qué una decena o una veintena de barcos cargados a ras de la borda habrían naufragado todos juntos, cuando estaban amarrados por la proa perpendicularmente al muelle? ¿Y a qué corresponden las viejas piedras de construcción que descubrimos en todas partes?

Perplejos, exploramos a lo largo del muro misterioso. Cruzamos la ruta de una aplisia, o liebre de mar. Este gran molusco sin concha ondula graciosamente sobre el fondo. Está perfectamente indiferente





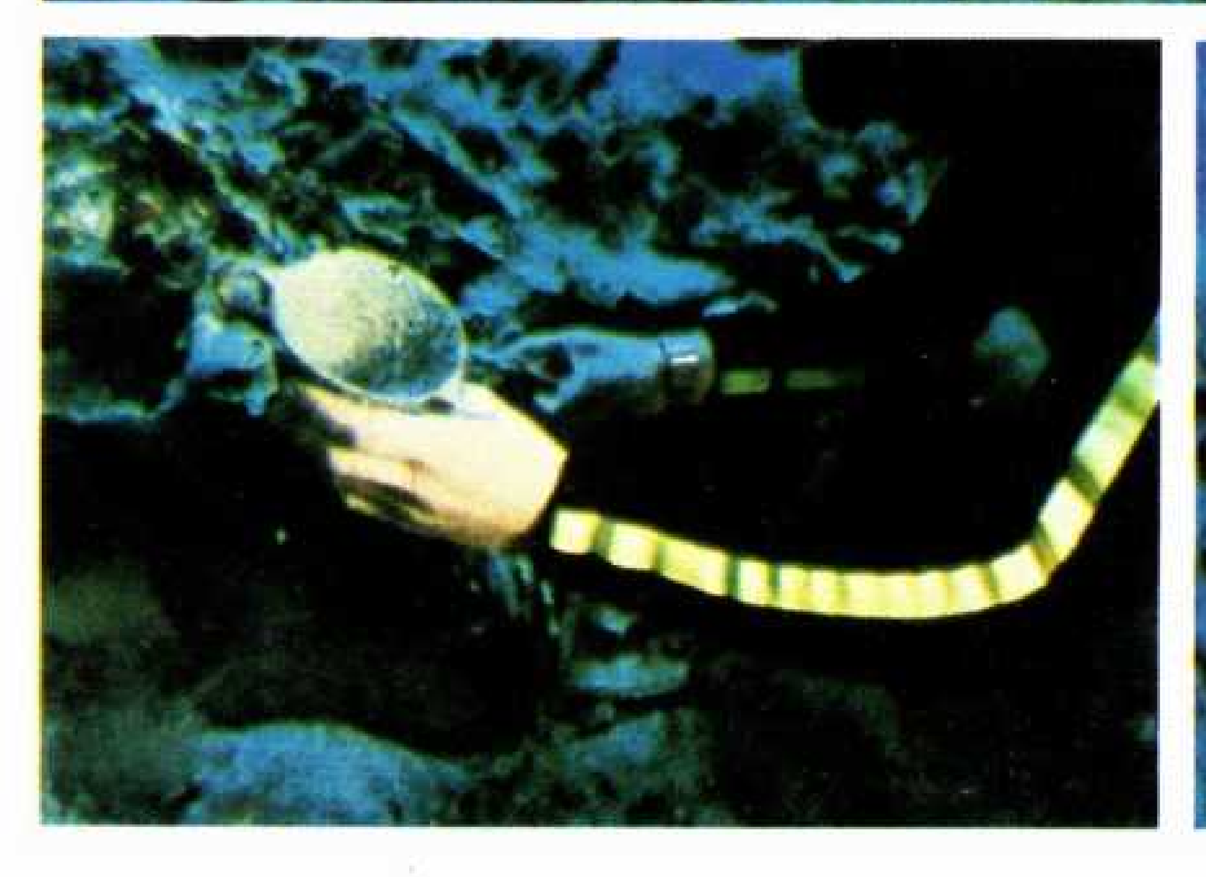




El Calypso *está anclado cerca de la pequeña isla de Psira, al norte de Creta. Los buceadores descubren bajo el agua un auténtico muro de cerámicas. Es como si barcos anclados a lo largo de un muelle hubieran zozobrado a un tiempo, con todo su cargamento. Se trata de terracotas de la época minoica. Cada vez más nos parece que es buena la hipótesis de la explosión volcánica. Los barcos habrían naufragado por la gigantesca ola originada por el cataclismo. Este tsunami devastador debió de medir varias decenas de metros de altura.*



a los extraños, que somos nosotros. No será él quien nos ayude precisamente a resolver el enigma de la Atlántida...
Desconcertado por todo lo que he visto, busco con Albert Falco una explicación al misterio. Algunos fragmentos de cerámica y algunas ánforas intactas pueden ser fácilmente desprendidas y subidas a la superficie. Pero la mayor parte está aglomerada, soldada en la masa. Desprendemos un fragmento y lo izamos al puente del *Calypso* con el fin de examinarlo más de cerca.
Los brillantes colores de oro, rojo, naranja o amatista de las concreciones vivientes se apagan en unos minutos al aire libre. Pero el fragmento, expuesto más tarde en el museo de Heraklion, mostrará al público en qué estado se recupera en general los tesoros arqueológicos del mar.





Restos de la época minoica



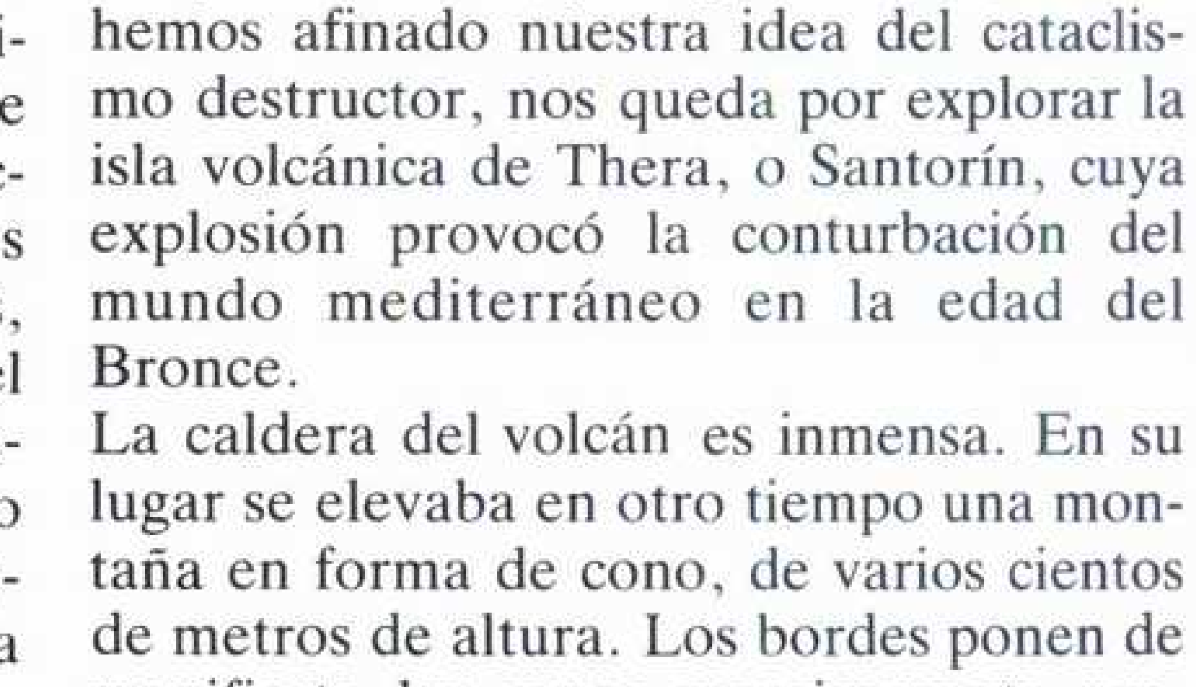
MUESTRO a Lazare Kolonas, el arqueólogo que en sustitución del doctor Kritzas representa al gobierno a bordo del *Calypso,* la posición en la que hemos encontrado el bloque de concreción que encierra las misteriosas cerámicas. Discuto con él el enigma del muro submarino. El doctor Kolonas está tan desorientado como yo por la composición del depósito. Formula la hipótesis de que la cerámica ha sido arrojada al mar por las poblaciones que vivieron durante siglos en la isla. Pero no estoy de acuerdo. Los depósitos de cerámica están demasiado alejados de la orilla como para que me satisfaga la explicación.

Los buceadores del *Calypso* recuperan día tras día grandes ánforas, cántaros, pequeñas ánforas de dos asas, escudillas... Su cosecha submarina se alinea sobre la cubierta del barco. Según Lázaro Kolonas, todas las piezas, o casi todas, pertenecen a la civilización minoica. Nuestro arqueólogo, cada vez más excitado por el descubrimiento, apenas soporta asistir como mero espectador pasivo al trabajo fascinante de los buceadores. Inexperto pero valeroso, rápidamente se inicia en las técnicas de buceo para poder examinar con sus propios ojos el muro misterioso. Impresionado y encantado por las riquezas de los fondos de Psira, vuelve a la superficie cargado de tesoros, entre los que figura una pequeña taza de forma atrabiliaria: su asa la han puesto en el interior, tal vez para protegerla de los golpes. Falco ironiza sobre este sorprendente artificio, que obliga al usuario a meter los dedos en el brebaje para poder beber.

Excavamos en el suelo a 30 ó 35 metros de profundidad. A unos 60 centímetros bajo el nivel superior del sedimento, encontramos un gran número de piedras escuadradas, que proceden probablemente de construcciones antiguas. Ni la elevación del nivel del mar ni ningún eventual naufragio pueden explicar su presencia a tal distancia de la costa. Dispersas en una extensa zona, estas piedras parecen haber sido proyectadas al mar por una fuerza colosal, que las habría arrancado de una antigua ciudad hoy en ruinas.



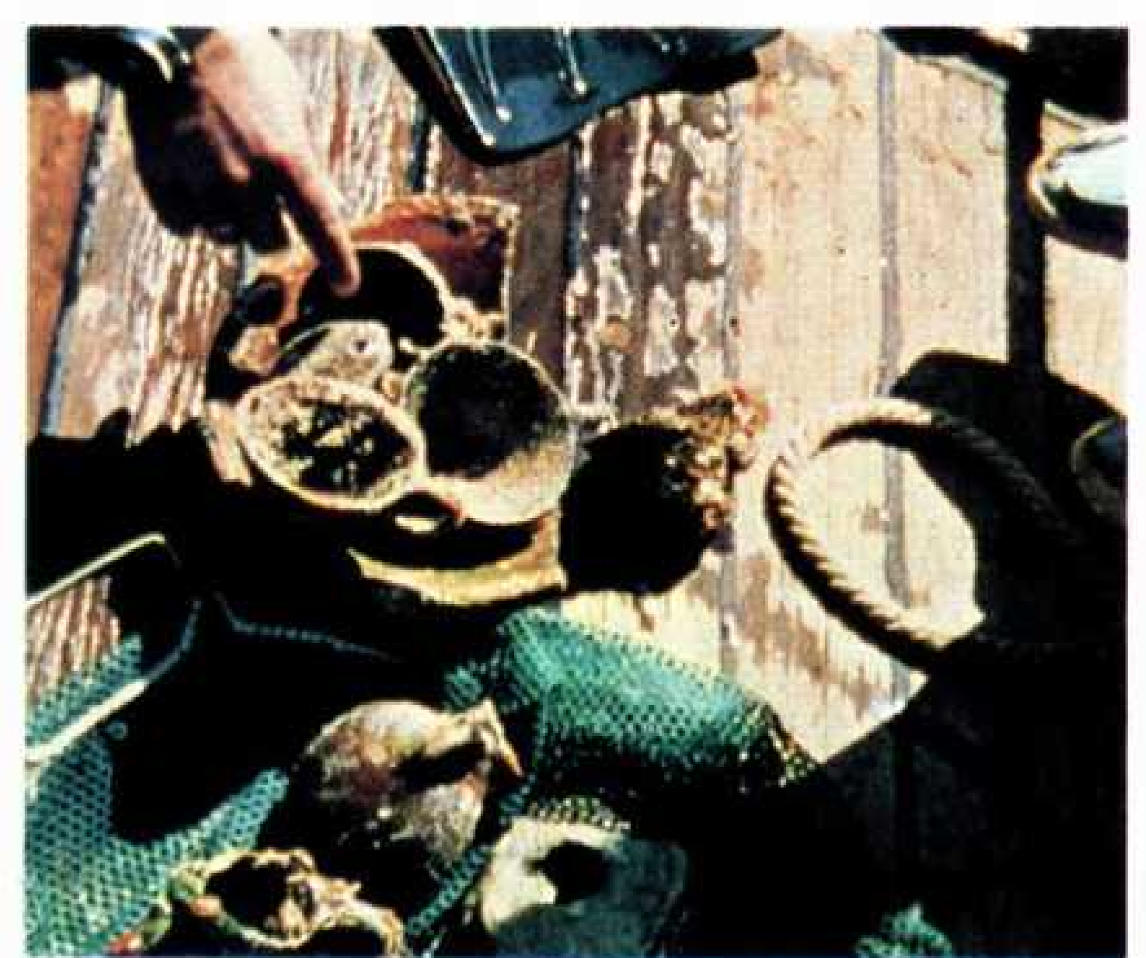
En compañía de Lazare Kolonas y de nuestra joven intérprete Yallouris, bajamos a tierra para explorar el puerto antiguo que fue construido en la península de Psira. Y comparto, con creciente convicción, la hipótesis de los investigadores Fost, Luce, Galanopoulos y Marinatos, que piensan que el desmoronamiento del poderío minoico y las importantes destrucciones que tuvieron lugar poco más o menos por la misma época en todo el Mediterráneo oriental deben atribuirse a una



inmensa conturbación de signo geológico. Después de Día, y luego de Psira, donde hemos afinado nuestra idea del cataclismo destructor, nos queda por explorar la isla volcánica de Thera, o Santorín, cuya explosión provocó la conturbación del mundo mediterráneo en la edad del Bronce.

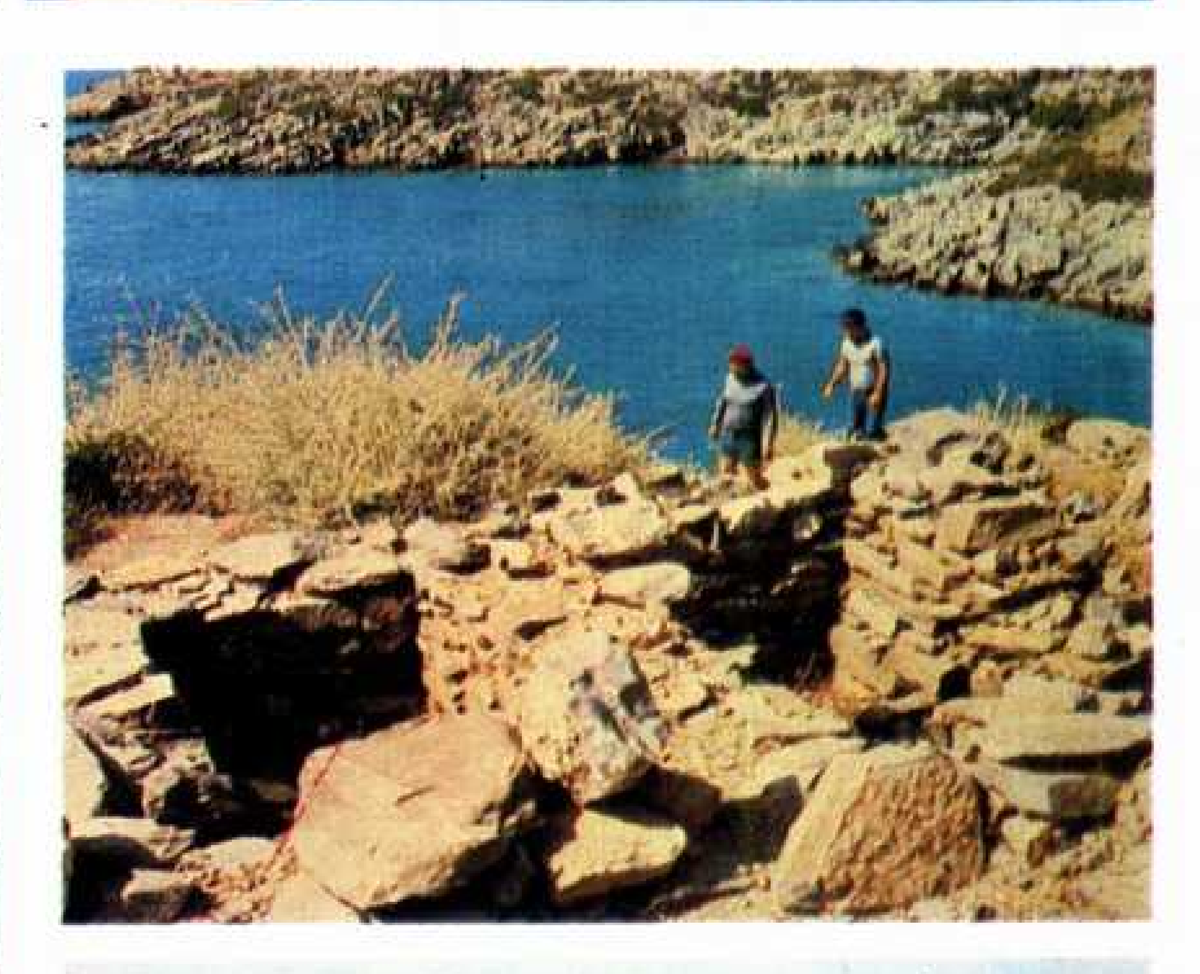
La caldera del volcán es inmensa. En su lugar se elevaba en otro tiempo una montaña en forma de cono, de varios cientos de metros de altura. Los bordes ponen de manifiesto las capas sucesivamente acumuladas de una mezcla de piedras pómez y de cenizas volcánicas. La explosión se produjo a causa de la viscosidad de la lava, que impedía que escapara el gas. Más de 200 kilómetros cúbicos de materiales fueron proyectados a la alta atmósfera y diseminados sobre el conjunto de la cuenca oriental del Mediterráneo. Fue la más fuerte explosión que resonó nunca en la Tierra desde que el hombre existe, comparable a la deflagración simultánea de varios centenares de bombas atómicas.

En los fondos de Psira, los buceadores del Calypso *han puesto en marcha nuestra microaspiradora (en la página anterior). Los objetos más importantes, que no pasan por el tubo de la aspiradora submarina, son subidos a la superficie en cestos metálicos. Entre los más curiosos hay una taza cuya asa está en el interior (abajo, a la derecha). También emprendemos investigaciones en tierra (en esta página, abajo).*











Thera la bella

DESDE la orilla del agua, abajo del acantilado, un sendero escala en zigzag la escarpadura. Después de un buen kilómetro de fatigosa marcha, llegamos a la pequeña población de Thera, en la cima de la isla.

Esta tierra no tiene manantiales. Sus habitantes están a merced del agua de lluvia que recogen en sus cisternas, y de los barcos que de cuando en cuando los abastecen. Cultivan lo que pueden, sobre todo tomates y viñedos. Su principal riqueza es la exportación de los materiales rocosos depositados por las erupciones que desde la antigüedad han sacudido a la isla. En el curso de los años 1860, barcos repletos cargados de cenizas y de piedra pómez partían de Thera para Suez, donde Ferdinand de Lesseps construía el famoso canal.

Después de la gran explosión del siglo XV a. de C., la actividad volcánica no ha cesado de producirse. Dos conos surgieron pronto en el centro de la caldera: Paleia Kameni (la «vieja» Kameni), en el siglo II antes de nuestra era, y Nea Kameni (la «nueva» Kameni), hace solamente cuatrocientos años. Y el ciclo geológico continúa.

Alrededor de la isla, el agua está más caliente. Y cambia de color cuando la actividad volcánica es más intensa.

Visto desde el *Calypso*, el cono de lava negra de Nea Kameni nos parece siniestro y hostil. En este paisaje salpicado de pequeños cráteres, algunos de los cuales están llenos de charcas sulfurosas o de gas, el hombre no puede encontrar su lugar.

Propongo a Albert Falco y a Frédéric Dumas, mi viejo compañero de inmersiones que ha llegado para reunirse con nosotros, un programa de exploración al norte de la isla, hasta una profundidad del orden de 40 metros. Mi objetivo es doble: quiero buscar grutas o fisuras que



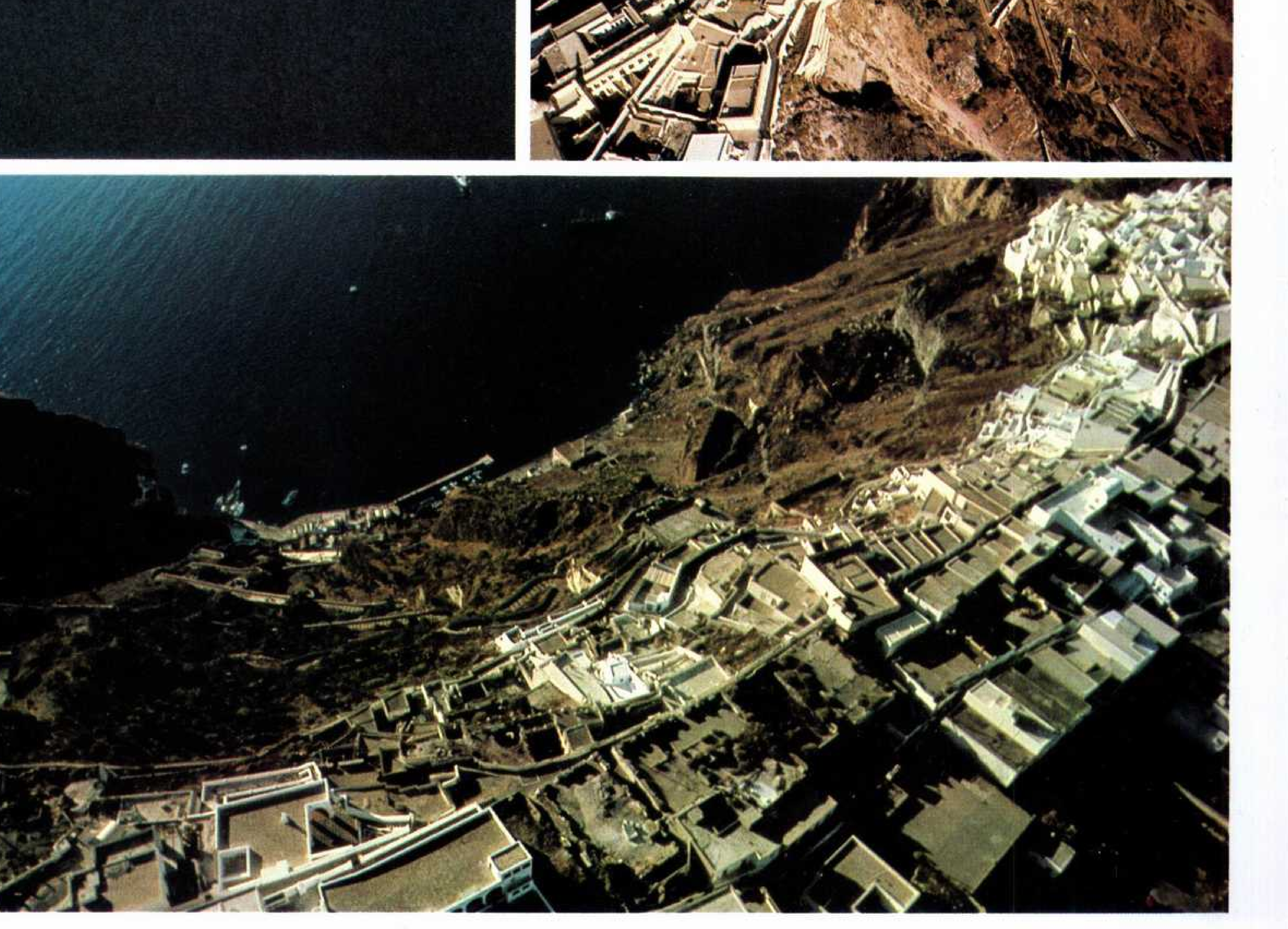
El Calypso *ancla ante la isla de Thera, famosa por su pequeño puerto y por las escaleras talladas en la roca que escalan su escarpado acantilado. La isla es todo lo que queda de la tierra de Santorín, después de la terrorífica explosión que destruyó la civilización minoica.*

atestigüen la persistencia de la actividad volcánica bajo el agua; y, por otra parte, no desespero de descubrir objetos hechos por la mano del hombre.



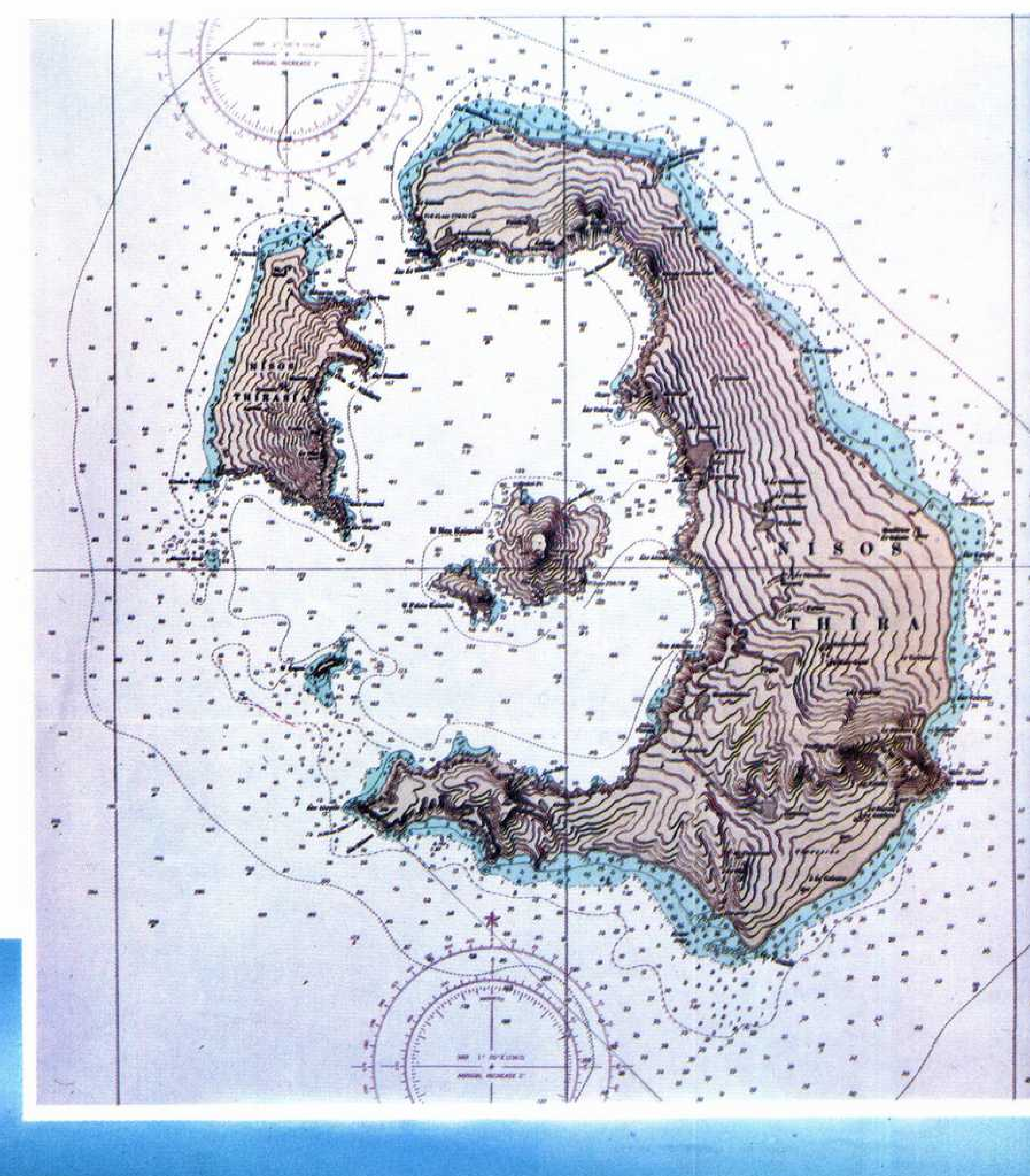
La pendiente submarina es vertiginosa. Bordeamos a nado un precipicio. La pared rocosa desciende a pico y desaparece a nuestros ojos en la oscuridad de los abismos. Ningún vestigio arqueológico de la Atlántida, ni de ninguna civilización, se encuentra en esta escarpadura; es un paisaje submarino austero y grandioso, donde nada podría responder a los deseos y las necesidades de los hombres. Rosarios de burbujas se escapan acá y allá de la roca y ponen de manifiesto que, escondidas bajo la vasta cavidad llena de agua, siguen actuando las fuerzas geológicas. En la caldera la profundidad varía entre 200 y 400 metros. El fondo es inaccesible a los buceadores. Sólo nos queda utilizar el platillo buceador.

Albert Falco y yo nos hemos deslizado en nuestro sumergible. Iniciamos el descenso en lo que fue en otro tiempo el corazón de un volcán lleno de lava incandes-


cente. La oscuridad extiende su despótico dominio sobre las profundidades hacia las que nos deslizamos. El potente haz de nuestras lámparas se diluye rápidamente en el espesor acuático.

Aunque todo está en calma en el cráter, tengo la impresión de haber emprendido una especie de bajada a los infiernos. La violencia de la terrible explosión me parece ahora lejana, dudosa, como una broma jugada a la memoria de los siglos. En este espacio intemporal, resulta difícil imaginar que bajo la corteza terrestre hierve un nuevo magma.



Este mapa y esta vista aérea de Thera y de sus dependencias (Therasia, Paleia Kameni, Nea Kameni y el roquedo de Aspronisi) dan una buena idea de lo que es una caldera volcánica. Aquí, el mar ha ocupado el lugar de los materiales terrestres pulverizados por la conflagración. Nos sumergimos en platillo buceador en esta profunda depresión (en la página siguiente, abajo). Las rocas que nos encontramos demuestran que la actividad volcánica sigue estando viva. Los roquedos de Paleia y Nea Kameni constituyen nuevos conos volcánicos. Un día, tal vez, alcanzarán varios centenares de metros de altura. La lava, viscosa, retendrá prisioneros a los gases bajo la tapadera; y otra explosión espantosa se producirá.



Los tesoros de Akrotiri













AL regresar de su viaje al país inquietante de los fondos, el platillo buceador se enfrenta a una tormenta. En este mar desatado, las maniobras de recuperación resultan complicadas. Una vez a bordo del *Calypso,* describimos a nuestros compañeros lo que hemos visto. A 150 metros de profundidad hemos encontrado y seguido una fisura de 1,50 metros de anchura aproximadamente, claramente visible en la roca calcinada, que formaba una línea prácticamente continua alrededor de los flancos sumergidos de Nea Kameni. Esta hendidura, por donde se extrude una roca caliente todavía, es la prueba evidente de que la actividad volcánica continúa.

En 1925, en 1938 y 1956, una serie de erupciones y de sacudidas telúricas se cobraron varías víctimas y provocaron daños aún visibles en la isla. Ninguno de estos episodios, sin embargo, fue tan terrorífico como el que se desarrolló hace 3.500 años, con los terremotos que le acompañaron, las lluvias de ceniza y de lapillis que destruyeron las cosechas y los árboles, y el tsunami que sepultó a los barcos y aniquiló las poblaciones costeras de todo el mar Egeo...

Si es que desaparecieron los vestigios de la Atlántida en la caldera inundada, nunca será posible volverlos a encontrar. Las ruinas se habrían quedado sepultadas bajo una enorme capa de cenizas volcánicas. Hoy todavía, el menor golpe dado en la piedra pómez que cubre la pendiente submarina provoca avalanchas impresionantes.

En tierra, por el contrario, estos mismos depósitos han permitido increíbles descubrimientos. En 1967, el arqueólogo Spiridion Marinatos, convencido desde hacía tiempo de que Thera y Creta estaban ambas en el origen de la leyenda de la Atlántida, reanudó en el sitio de Akrotiri las excavaciones que habían iniciado un siglo antes los franceses. El doctor Christis Doumas continúa actualmente esta empresa. Una ciudad entera, con su dédalo de calles, ha surgido así lentamente a la luz. Como Pompeya, esta ciudad quedó protegida de la erosión durante milenios en su sudario.

Se ha encontrado toda una civilización entre las cenizas. La casa llamada «del Almirante» es la más hermosa. Sus muros están decorados con admirables frescos, en el mismo estilo descriptivo, estilizado

En tiempos de la civilización minoica, Thera era una población muy activa. Las excavaciones emprendidas bajo la ceniza volcánica así lo prueban. El yacimiento de Akrotiri, descubierto por arqueólogos franceses a finales del siglo pasado, ha sido objeto recientemente de importantes excavaciones, bajo la dirección del griego Spiridion Marinatos. En esta página, algunas vistas del lugar.



Los frescos encontrados en Akrotiri no tienen que envidiar nada por su frescura, armonía y belleza, a los del palacio de Cnossos, de muy parecida inspiración. Los más hermosos se conservan en lo que se llama «la casa del Almirante». Uno de los más famosos es el del «Mono azul». Otros muestran antílopes, flores, etc. El amor de los cretenses por los deportes está por su lado ilustrado en la escena llamada de los «boxeadores» (arriba).

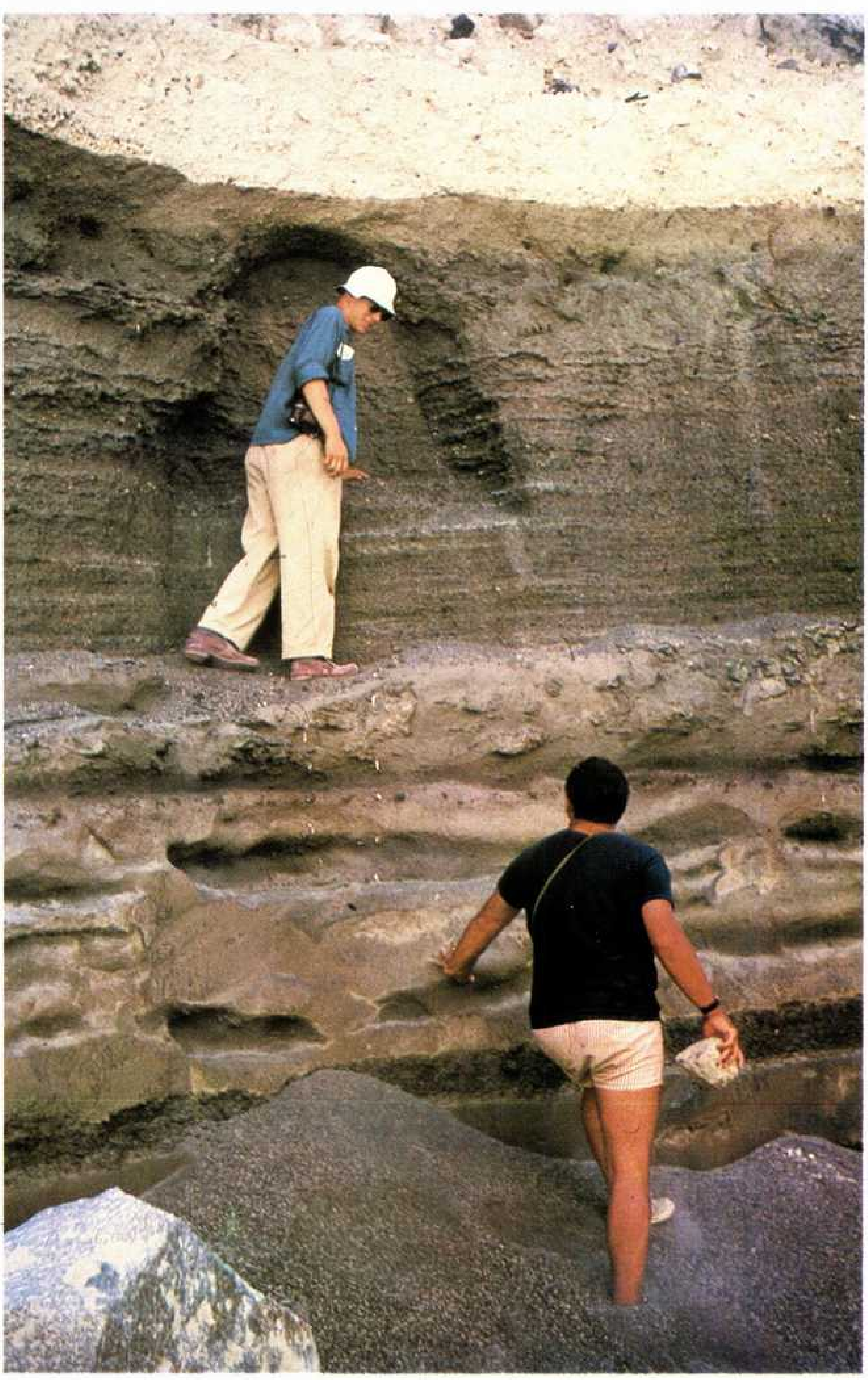
y coloreado que las de Cnossos, en Creta. Se ven allí antílopes perseguidos por leones (que existían en los Balcanes), pero también monos, flores, etc. Los largos y elegantes barcos de la flota llevan la marca evidente de la influencia egipcia. Se ha dicho que una de estas obras representaba una batalla naval, pero allí no se aprecia ningún combate. Es más probable que evoque la visita protocolaria de un alto personaje africano a Creta o a Santorín. Podría tratarse también de alguna representación ingenua de la antigua leyenda que pretendía que los primeros habitantes de Creta fueron guiados hasta la isla por un banco de delfines.


Thera nos proporciona tal vez una enseñanza muy valiosa. La erupción que acabó con la cultura minoica ha conservado bajo las cenizas volcánicas la prueba de su pasado esplendor. Disponemos de imágenes radiantes de lo que fue una de las más brillantes civilizaciones occidentales. En sus frescos, los artistas minoicos presentaron un mundo hermoseado con lirios y flores silvestres, animado por los juegos infantiles, encantado con la gracia de los pájaros, los colores y los movimientos de una fauna y una flora lujuriantes. Estas pinturas nos han revelado, además, paisajes interiores más secretos. Nos han hecho sentir la serenidad de una edad de oro, el esplendor de todas las artes, la libre alegría de los sentidos, la inocencia de una cultura que podría antojarse eterna.

En nuestros días, algunos pescadores de esponjas arrancan en las profundidades de la caldera su sustento. A duras penas van recogiendo los animales suficientes para ir a venderlos al mercado de Egina, cerca de Atenas. Abandonando las viejas escafandras, demasiado peligrosas, trabajan bajo el agua respirando el aire que les llega por medio de sencillos tubos conectados a un compresor en la superficie. Fiándose de su experiencia únicamente, cada equipo ha improvisado sus propias reglas de descompresión. Pero el peligro sigue acechando. Llegados a los cuarenta años, casi todos los pescadores sufren de artritis e incluso de parálisis, debidas, sin duda, a los accidentes de descompresión. En la Thera actual, los artistas no pintan ya frescos sublimes, pero la vida continúa. Cada amanecida recuerda al hombre que él siempre ha vivido aquí, al borde de la catástrofe: volcán, terremoto, peste, hambruna o guerras alocadas. Los habitantes de Thera han aprendido que la sabiduría consiste en cultivar su huerto, en economizar el agua, en vivir en paz con sus vecinos, en rogar a los dioses cuando todo va mal. Saben que, si se tienen alas de cera, más vale no volar cerca del Sol.

Thera fue cubierta por una capa de cenizas y de piedra pómez de varias decenas de metros de espesor, como se aprecia en estas fotografías. Esta ceniza, que cayó igualmente sobre Creta y las islas de las inmediaciones, estirilizó probablemente los cultivos por muchos años. Sus desastrosos efectos, añadidos a los de los terremotos y del enorme tsunami, bastan para explicar el derrumbe de la civilización minoica. Fue este episodio dramático el que, deformado por la imaginación popular, habría inspirado a Platón el mito de la Atlántida.







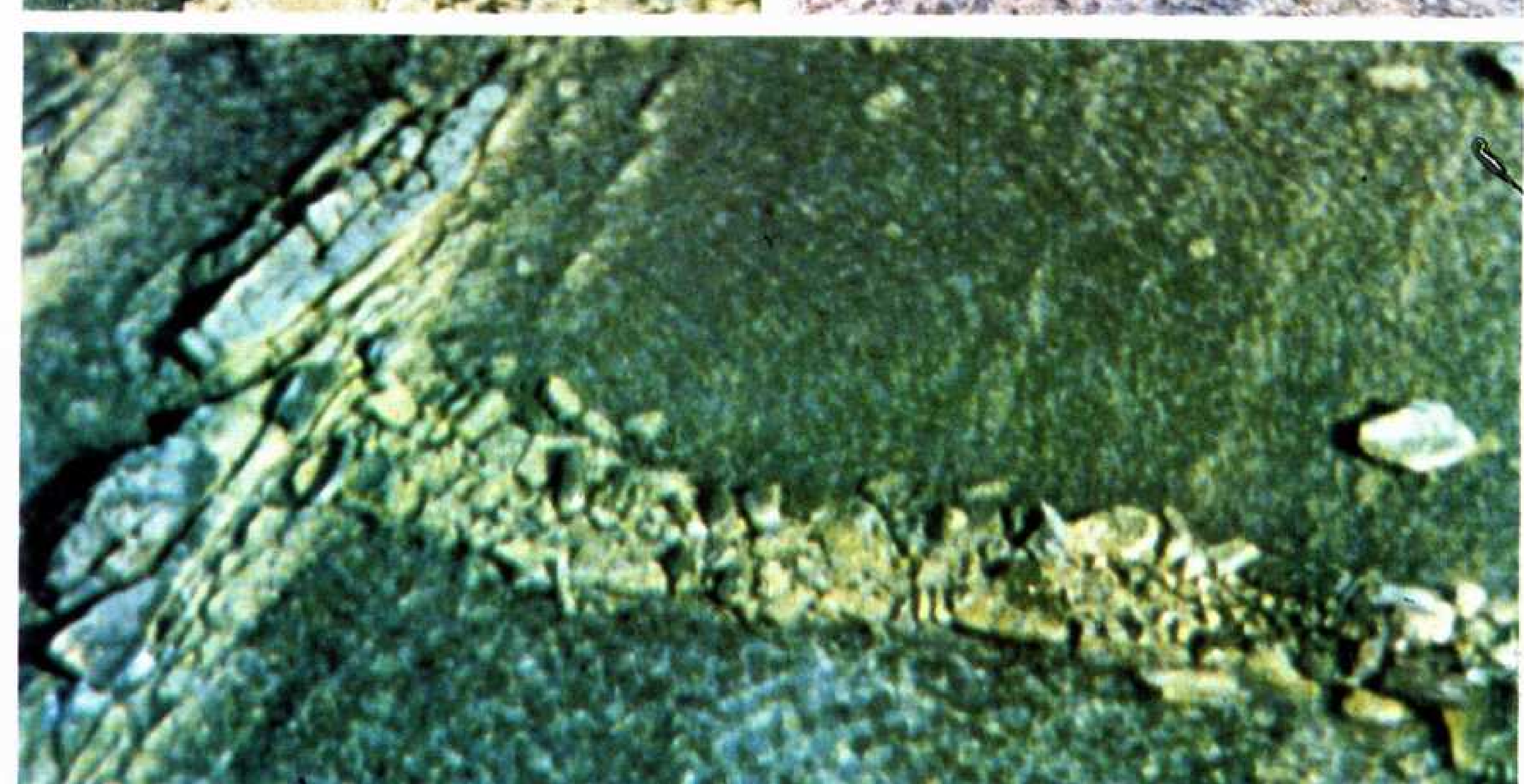
EL BOTIN DE PERGAMO

El pecio de Anticíthera

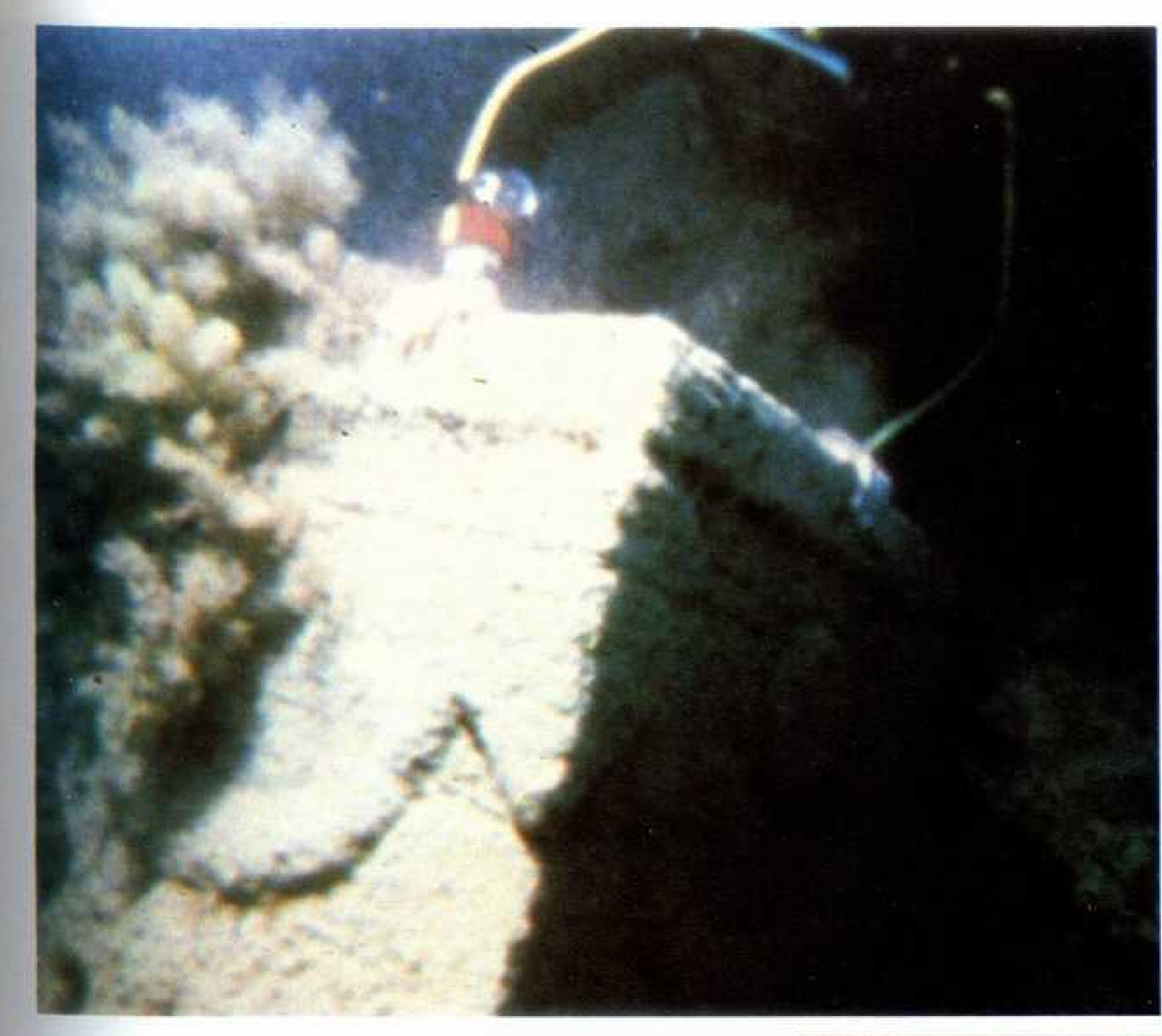


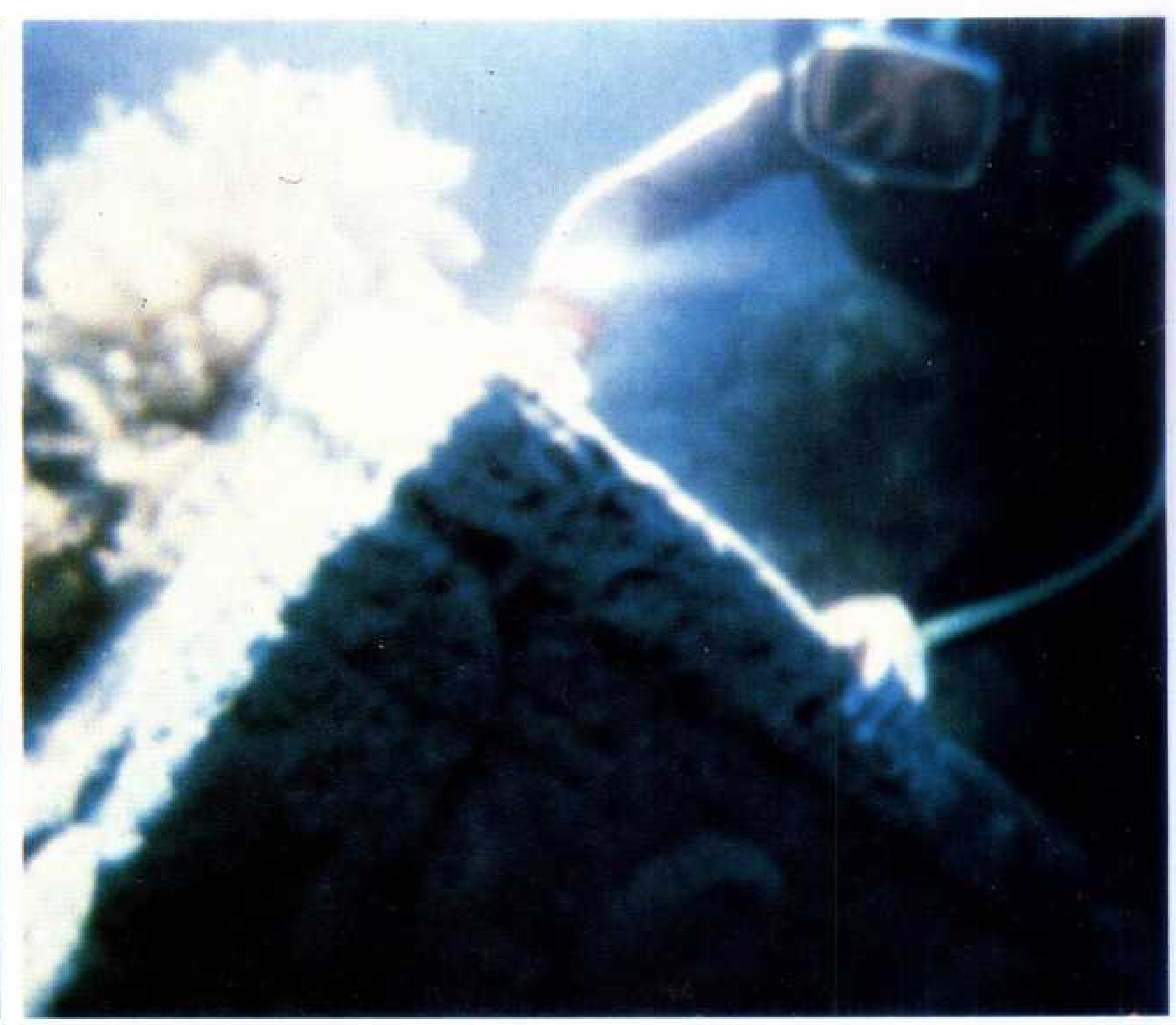






En las costas del Mediterráneo, donde grandes civilizaciones se han sucedido, abundan los monumentos antiguos que han desafiado a siglos y han llegado hasta nosotros: Cnossos, el Partenón, Siracusa, etc. Sus imágenes nos son familiares. Personalmente me he impuesto la tarea de descubrir los vestigios que esconden los mares.
Cuando desciendo en platillo buceador para sondear una zona arqueológica, siempre sueño con descubrir un plato de cobre, un casco, un collar, un ánfora de vino, quién sabe: una escultura cuyo mármol conserve para siempre la impronta del genio del hombre... El más grande, el más rico museo del mundo permanece todavía sepultado en las aguas del mar. Con excepción de algunos objetos encontrados por casualidad a escasa profundidad, la recuperación de las más importantes obras maestras del arte griego perdidas en los abismos marinos comienza en nuestro siglo. Están, por ejemplo, los caballos y el carro de cabo Artemision, y el Poseidón que los conducía. Esta admirable escultura de bronce, como tantos otros tesoros, reposaba desde hace milenios en el fondo del mar Egeo.
En 1976, el *Calypso* se dirige al lugar donde unos pescadores de esponjas habían descubierto, a principios de este siglo, el pecio de un barco romano cargado con obras de arte. Este había naufragado en el siglo I de nuestra era, a unas pocas brazas de la isla de Anticíthera. Esta pequeña Cíclada está a medio camino entre Creta y Cíthera (donde, según la leyenda, nacería Venus). Para algunas de estas obras maestras inestimables que contenía la nave, su descubrimiento por parte de los pescadores griegos fue demasiado tardío. Las formas de mármol admirablemente esculpidas habían sido corroídas por los organismos marinos litófagos, que atacan a todas las piedras que el fango o la arena no cubren adecuadamente. Para otras obras, la larga inmersión había sido más propicia. La mayoría de las obras maestras del pecio de Anticíthera se encuentran actualmente en el museo de las antigüedades de Atenas. Pero puede que haya más en el fondo. Yo quisiera recobrar, catalogar, restituir a la admiración de los hombres (y al estudio de los arqueólogos) todo lo que el rescate un tanto descuidado de principios de siglo ha dejado todavía en la arena y en el lodo. Quisiera saber también de dónde procedía ese barco romano que reposa en el fondo de un agua luminosamente azul, cuál era su destino, y por qué transportaba este precioso cargamento.
Tal vez uno de los más sorprendentes descubrimientos que se han hecho en este pecio romano es el de un trozo de metal corroído, que es probablemente los restos de un astrolabio. La invención de este aparato nunca había sido atribuida hasta entonces a la civilización griega. Si eran capaces de concebir y construir un mecanismo de ruedas dentadas, de cuadrantes y placas que permitía calcular el movimiento de los astros, y esto cien años antes de la era cristiana, los griegos tenían en las manos una de las claves de la revolución que llevó a Europa a realizar los Grandes Descubrimientos. Pero este astrolabio es único. Permaneció sepultado bajo el lodo en el fondo del mar. Durante dos mil años, nadie supuso que la tecnología griega hubiera llegado a este estadio. ¿Qué otros secretos, qué otros tesoros aguardan a ser liberados todavía de su tumba marina?
Instalamos nuestro taller cerca de la costa escarpada de la isla. La maniobra de fondeo es muy peligrosa, pues el viento del norte, el *meltem*, puede levantar en pocos minutos una verdadera tempestad en esta zona. El capitán del *Calypso*, Yves Gourlaouen, echa dos anclas para evitar que el barco sea presa de la furia del mar.





Un poco por todas partes, en el fondo del mar Egeo se encuentran restos de civilizaciones desaparecidas, de pecios, de construcciones hundidas... En la página anterior: antiguas escolleras y murallas sumergidas vistas desde el helicóptero. En esta página, arriba: un buceador del Calypso *descubre un sarcófago sobre el fondo lodoso. Abajo: el astrolabio misterioso que fue encontrado en los restos de Anticíthera. Los pecios más antiguos yacen a veces al lado de otros más recientes.*



Y metemos al *Calypso* en una verdadera tela de araña de seis amarres fijos a la costa. Más vale tomar estas precauciones aprovechando el tiempo radiante que hace hoy, y no correr el peligro de tener que reforzar las amarras cuando las olas nos precipiten inexorablemente contra el arrecife.





En la tela de araña



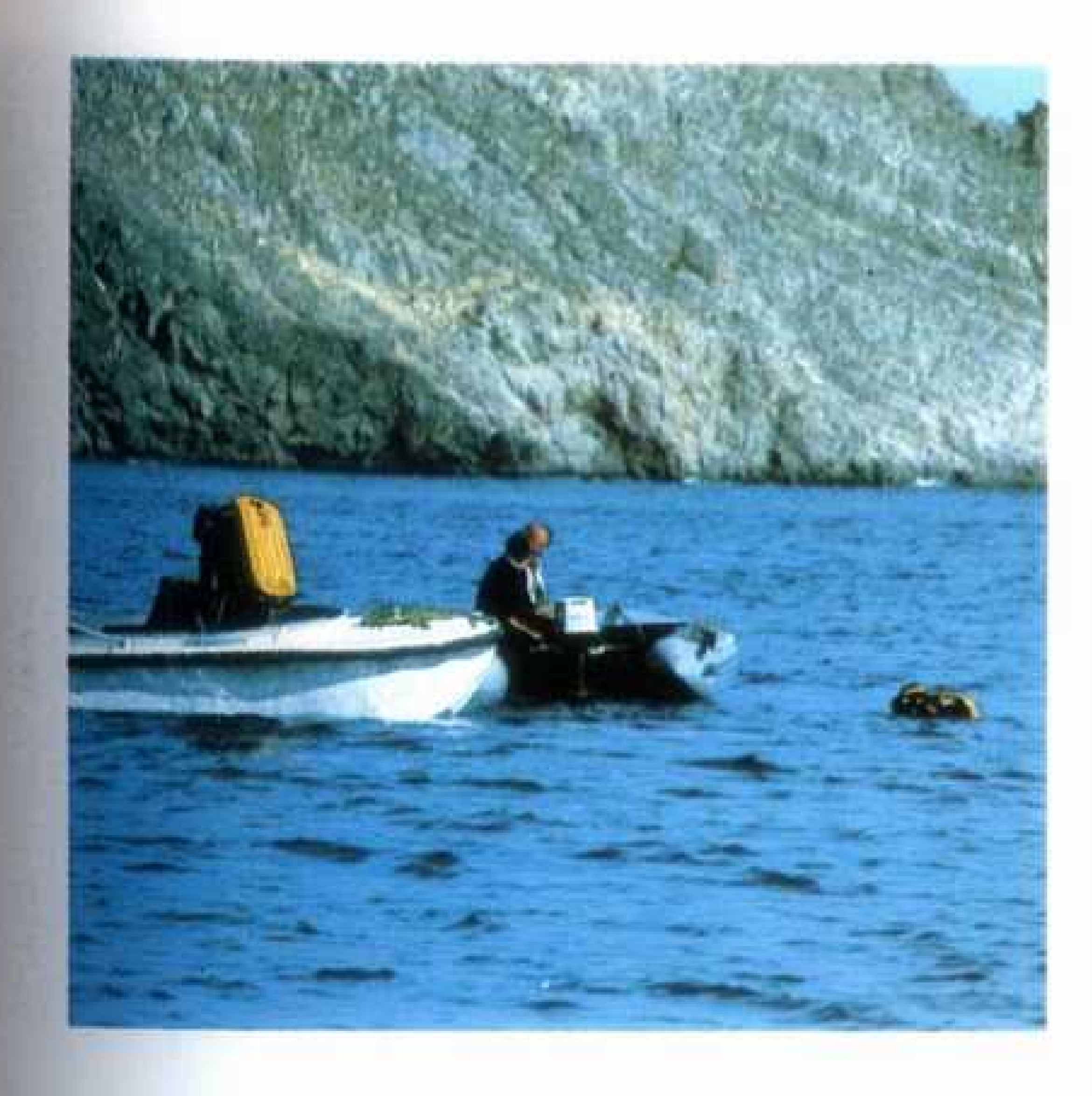
Los piratas y los ejércitos regulares se han encarnizado sobre Anticíthera, haciéndola objeto de alternativas conquistas y expolios. En el siglo I a. de C. llegaron las galeras de la armada romana. Tenían como misión sofocar los motines que estallaban en las provincias del imperio. Las flotas latinas doblaron las Cícladas para llegar a las manos con el rey del Ponto, Mitrídates, gran conquistador y coleccionista de obras de arte. Instalado en Pérgamo, en el Asia Menor, este tirano se había rodeado de obras de arte producto de sus saqueos. ¿Qué había sido de estas obras maestras después de la conquista de la ciudad por los romanos? Cubierta en otros tiempos por densos bosques, Anticíthera está hoy desnuda, rocosa, desierta. Todavía se ve, en el puerto antiguo, el plano inclinado por donde se botaban los barcos construidos con la madera de los bosques desaparecidos. Sacrificando el futuro para aprovechar el presente, los insulares vieron cómo su comercio marítimo prosperaba durante un tiempo. Pero las generaciones siguientes tuvieron que sufrir las duras consecuencias de la deforestación: esta tierra erosionada, asolada por las lluvias... Las maniobras de amarre han terminado a bordo del *Calypso*. Con una precisión perfecta, el capitán Gourlaouen ha situado nuestro barco en la vertical del lugar donde, hace ya muchos años, los pescadores de esponjas superaron mil dificultades para sacar a la superficie los tesoros del pecio de Anticíthera hundidos a 55 metros del profundidad. El equipo del *Calypso* se prepara para empezar a llevar a cabo una labor que, en aquella época, hubiera sido imposible: confeccionar un mosaico de fotografías submarinas, que nos permitirán elaborar un mapa detallado del lugar.

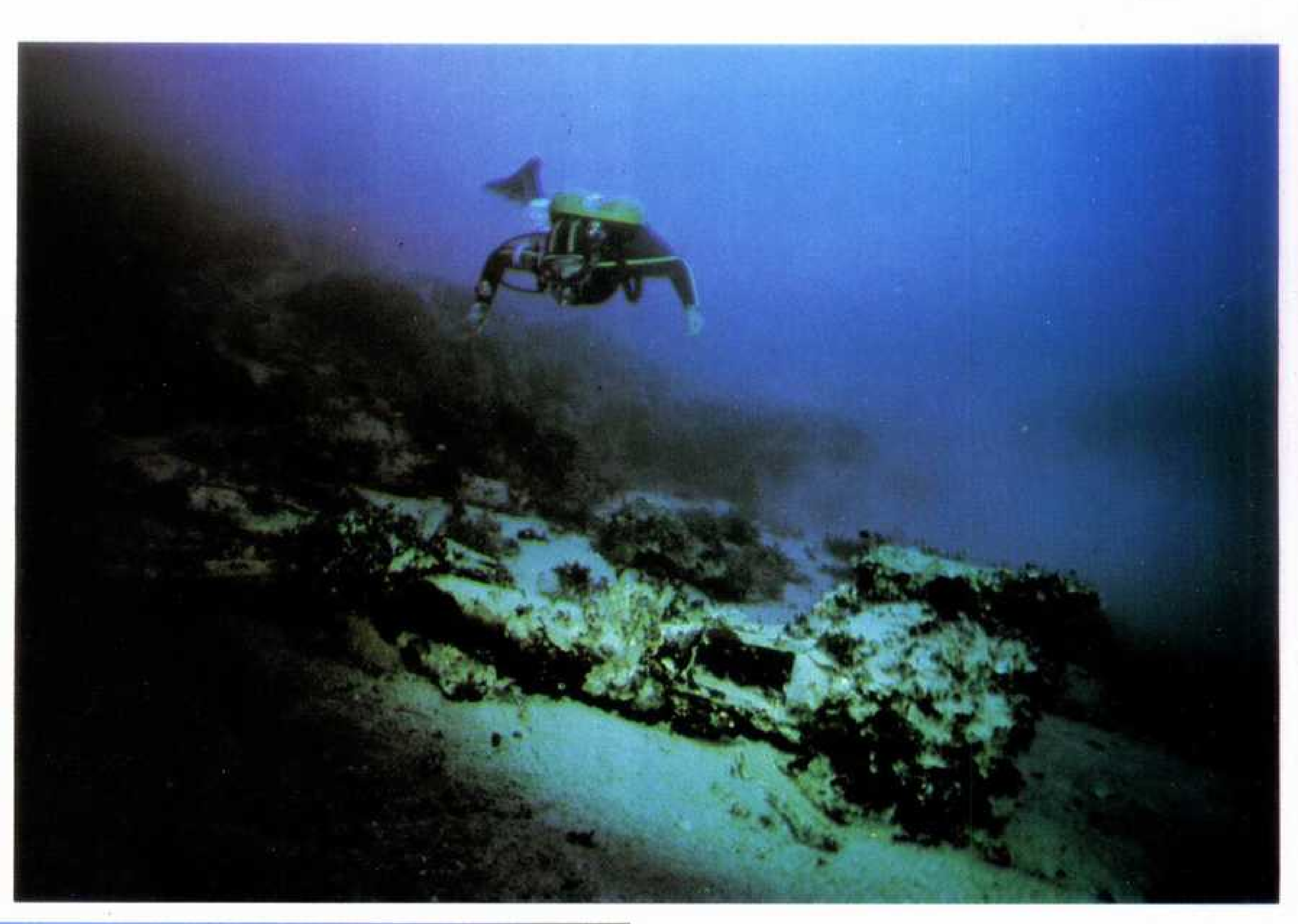
El descubrimiento y las labores de recuperación emprendidas en Anticíthera por los pescadores griegos de principios de siglo merecen una mención en la historia de la arqueología submarina.

Dadas las malas condiciones del mar y la profundidad a que el pecio se encontraba, los pescadores, con pesadas escafandras, no podían trabajar más que cinco minutos al día. A pesar de esta prudencia calculada, uno de ellos encontró la muerte en el curso de las excavaciones, y otros dos quedaron paralíticos por causa de una embolia. Los métodos eran muy rudimentarios.

Los hombres buscaban a tientas los objetos en el fondo, luego los ataban con cuerdas, que sus compañeros halaban desde las embarcaciones. A veces, las cuerdas se rompían y las piezas volvían a caer al agua a una profundidad mayor todavía, donde era imposible recuperarlas. El trabajo se realizaba a ciegas.

Me sumerjo. El agua, muy pobre en plancton, es de una sorprendente limpidez. A 55 metros de profundidad distingo una plataforma de suave pendiente salpicada con algunas rocas. La luz es grisácea y el paisaje submarino más bien triste. Según las disposiciones de que disponemos, es aquí donde el barco naufragó. Pero ¿dónde exactamente? No queda ciertamente nada del casco de madera, que se debe de haber descompuesto por completo. Pero acá y allá yacen fragmentos de ánforas medio hundidos en la arena. El barro cocido con el que se hacían las ánforas era

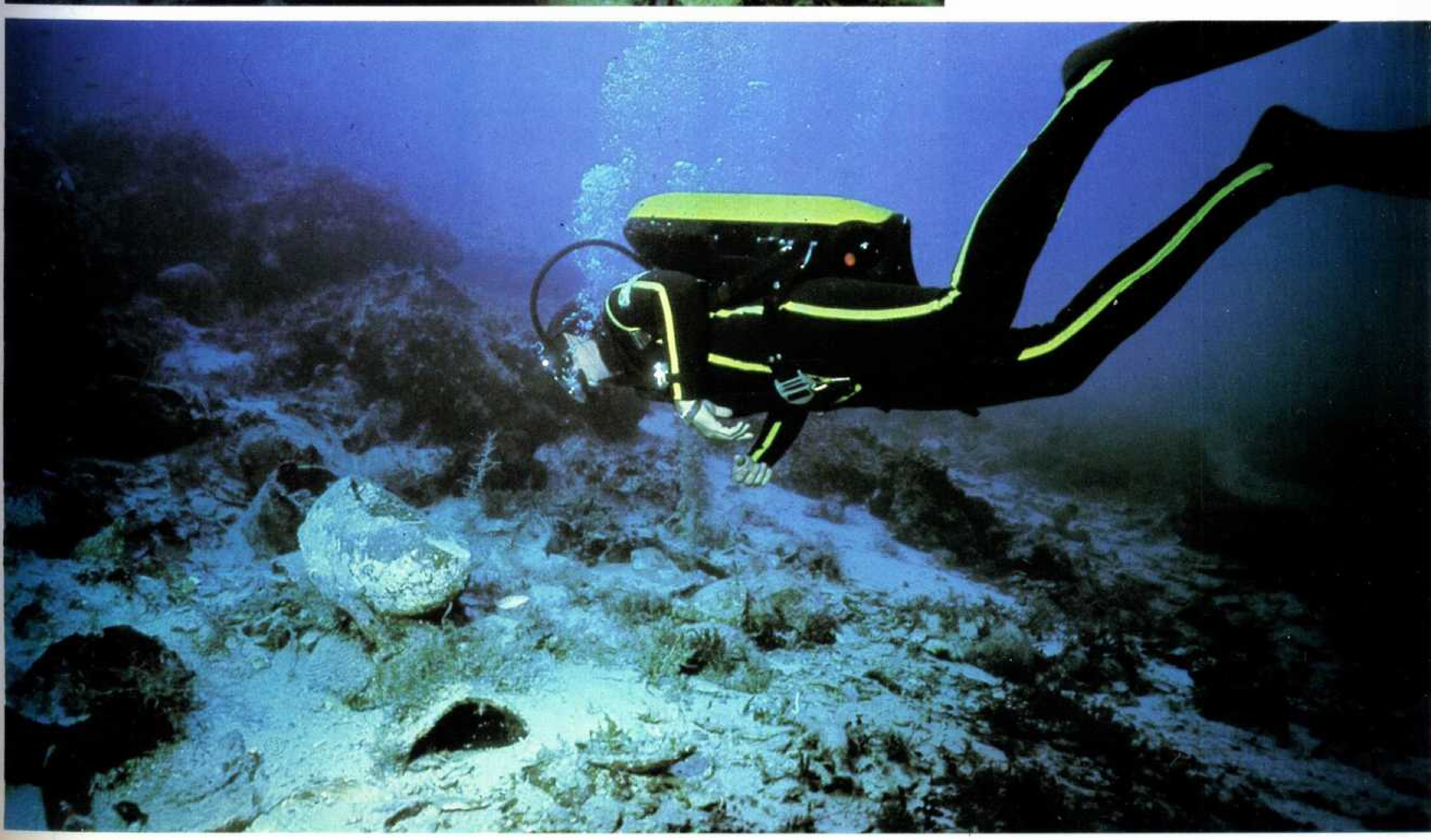




El Calypso, *amarrado por una auténtica tela de araña (en la página anterior), está anclado cerca de la isla Anticíthera. Los buceadores se echan al agua para intentar descubrir los restos del pecio romano antiguo del que una parte de su carga fue recuperada a principios de este siglo.*



frágil y no resistía mucho tiempo... Estos fragmentos nos serán útiles para fechar las piezas arqueológicas. Pero, a decir verdad, lo que yo estoy buscando con ahínco son rastros verduzcos, esos indicios de óxidos de cobre que delatan la presencia de objetos de bronce. La mayoría de los objetos de bronce de la antigüedad, incluidas ciertas estatuas que se cuentan entre las más hermosas, fueron fundidas por los sucesivos invasores de Grecia para fabricar cañones y armas. Apenas queda nada de los grandes bronces griegos y, de los pocos rescatados, una pequeña minoría data de los siglos V y VI a. de C., la edad de oro de la estatuaria clásica ateniense. ¿Tendré la suerte de descubrir yo uno?



En busca de estatuas de bronce

ANTES de poner a funcionar el aparato de que el *Calypso* dispone para excavar el sedimento de arena y de lodo, exploramos la zona con grandes precauciones. Utilizando nuestras manos como abanicos, dispersamos la capa sedimentaria superficial que el agua lleva incansablemente sobre el fondo. Desembarazamos así una placa y algunos grandes clavos de bronce.

Nos sumergimos dos veces al día y cada vez trabajamos veinte minutos. La profundidad de 55 metros es importante. A cada subida tenemos que observar un largo período de descompresión de una media hora debajo del casco del *Calypso*, a tres metros de la superficie. Estas esperas son siempre tan fastidiosas cuanto necesarias.

Lazare Kolonas, el arqueólogo griego que nos acompaña en esta misión, identifica otros fragmentos de bronce que subimos a bordo. Mi viejo amigo Frédéric Dumas, a quien he pedido que venga con nosotros, los libera rápidamente de los animales marinos que se han incrustado antes de que se sequen y se endurezcan.

Después de estos modestos inicios, pero alentadores, emprendemos el auténtico trabajo científico de excavación. Damos término a nuestro levantamiento fotográfico del lugar. Luego ponemos a funcionar nuestra aspiradora. El tubo de la aspiradora submarina escupe en superficie concreciones, guijarros, arena y fragmentos de todo tipo. El aparato vierte lo que aspira en una gran criba, a través de cuyo tamiz van pasando la arena y el lodo, mientras retiene los más finos fragmentos del cargamento del barco naufragado.

Nuestra hipótesis de partida es que en el momento del naufragio, el barco chocó contra un arrecife que se erige en esta zona. Los buceadores exploran la pendiente situada por debajo de la rompiente. Cuando un barco choca contra una roca, ocurre que una parte de la carga es catapultada más lejos. En el presente caso, algunos objetos han podido ser proyectados más allá de la franja excavada por los pescadores de esponjas y los buzos, hace setenta años.

Mientras los buceadores, bajo la dirección de Albert Falco y de Raymond Coll, proceden a estas investigaciones, Lazare Kolonas y yo supervisamos el trabajo. Albert Falco utiliza también el platillo buceador para excavar en el sedimento. Nuestro sumergible está equipado con una potente bomba de agua: Bébert invierte su chorro, y el líquido a presión que surge descubre los objetos hundidos



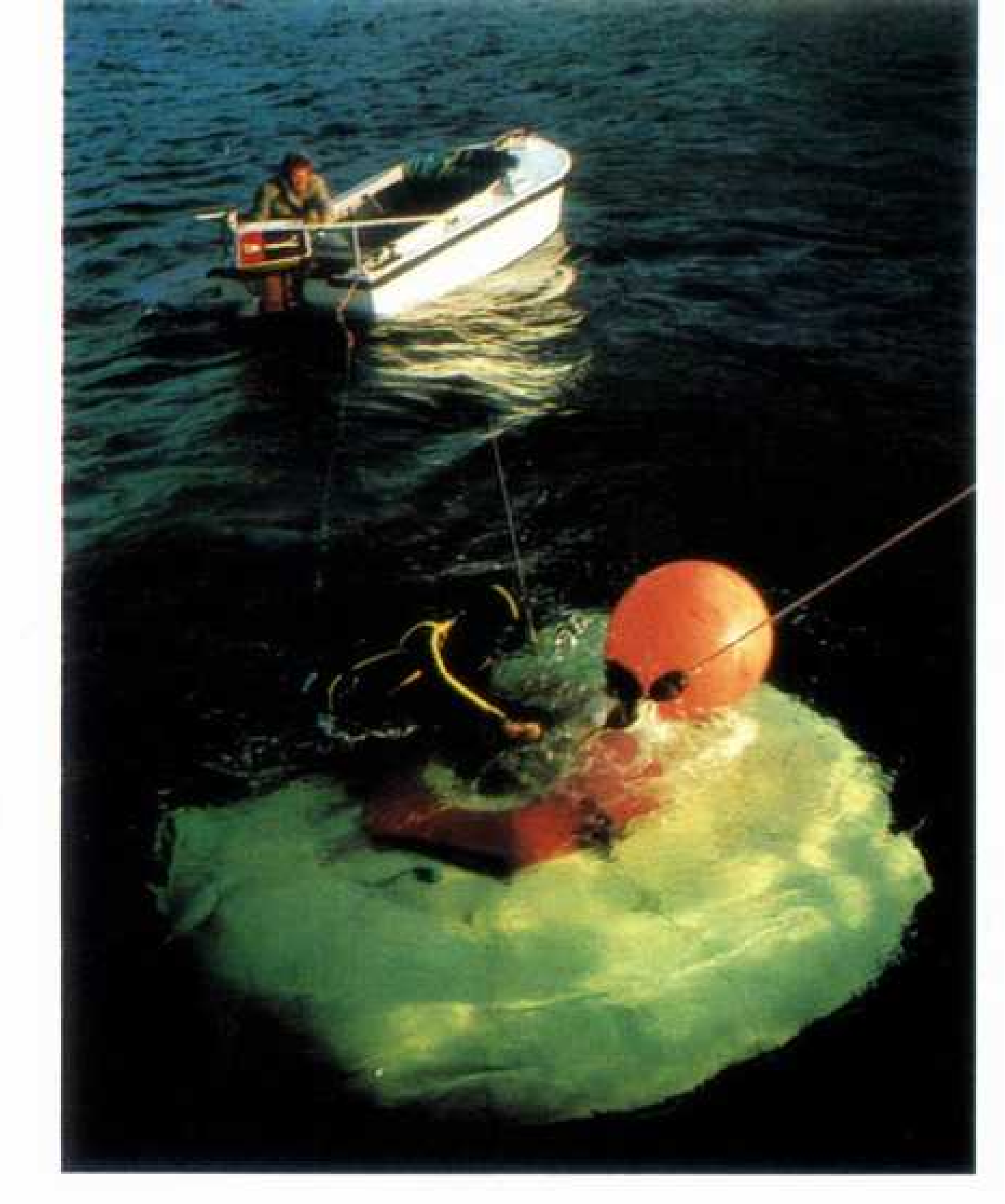


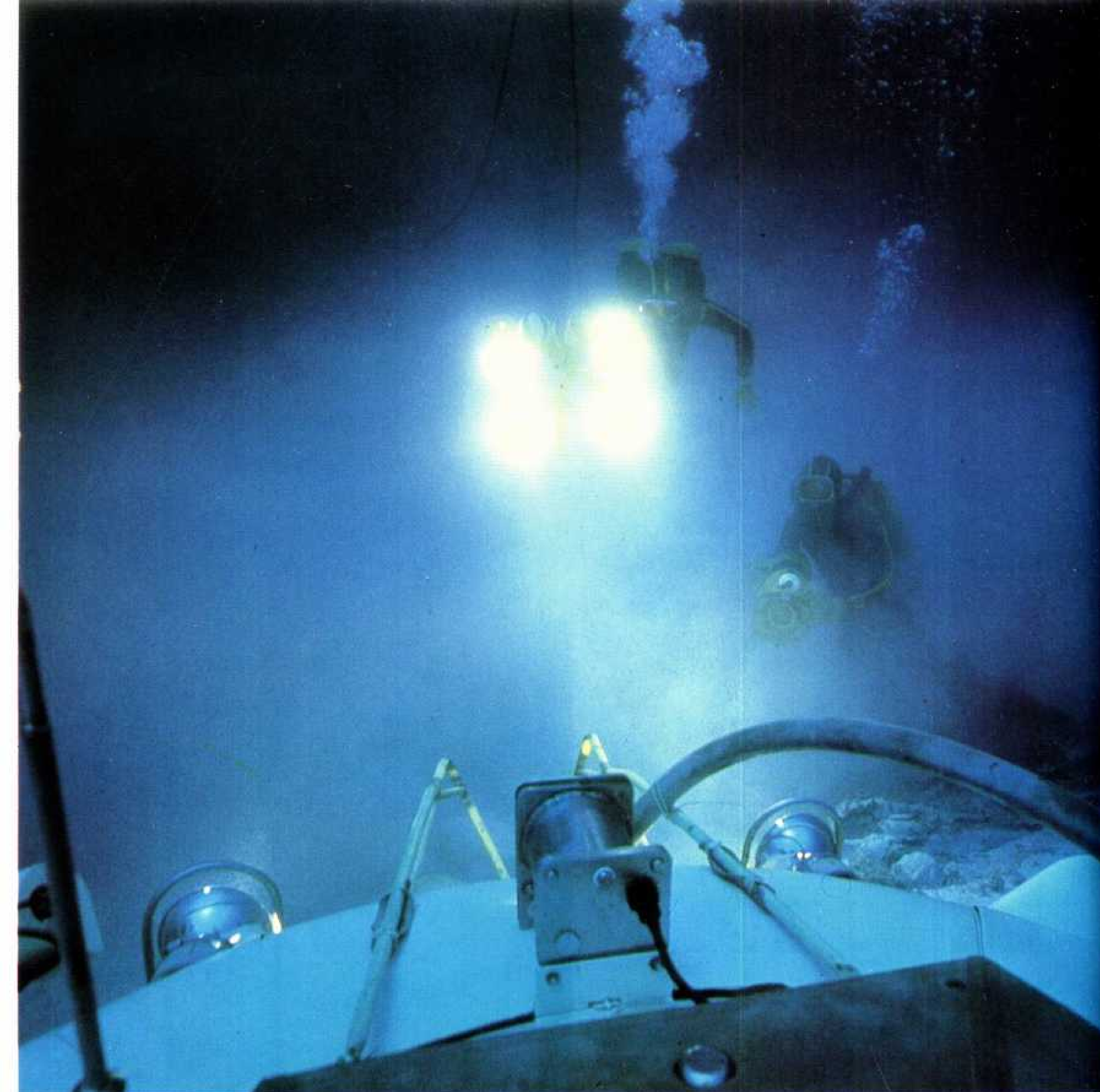






Ponemos a funcionar nuestra gran aspiradora. Los buceadores descansan en el fondo. El agua está limpia, y la visibilidad no es mala, a pesar de las nubes de sedimentos levantados por la aspiradora. Pero la profundidad hace fatigosa la tarea para los hombres del Calypso. *En superficie, los miembros del equipo participan en la selección de los objetos arrojados por la aspiradora.*





en la arena y en el lodo. Trabajando de consuno con el platillo buceador, los buceadores recuperan una pequeña lámpara de aceite (que tal vez iluminaba en otro tiempo el vestíbulo de un gineceo), y diferentes vasijas y ánforas de uso doméstico, que depositan con precaución en nuestro gran cesto utilizado como montacargas. Según Lazare Kolonas, todos estos objetos datan del siglo I a. de C. En el curso de una de mis inmersiones con el platillo, acompañado de Albert Falco, he creído divisar algunas manchas verdosas en el sedimento removido por la bomba. Estoy convencido de que hay piezas de bronce escondidas todavía en el fondo, al alcance de la mano de los buceadores...

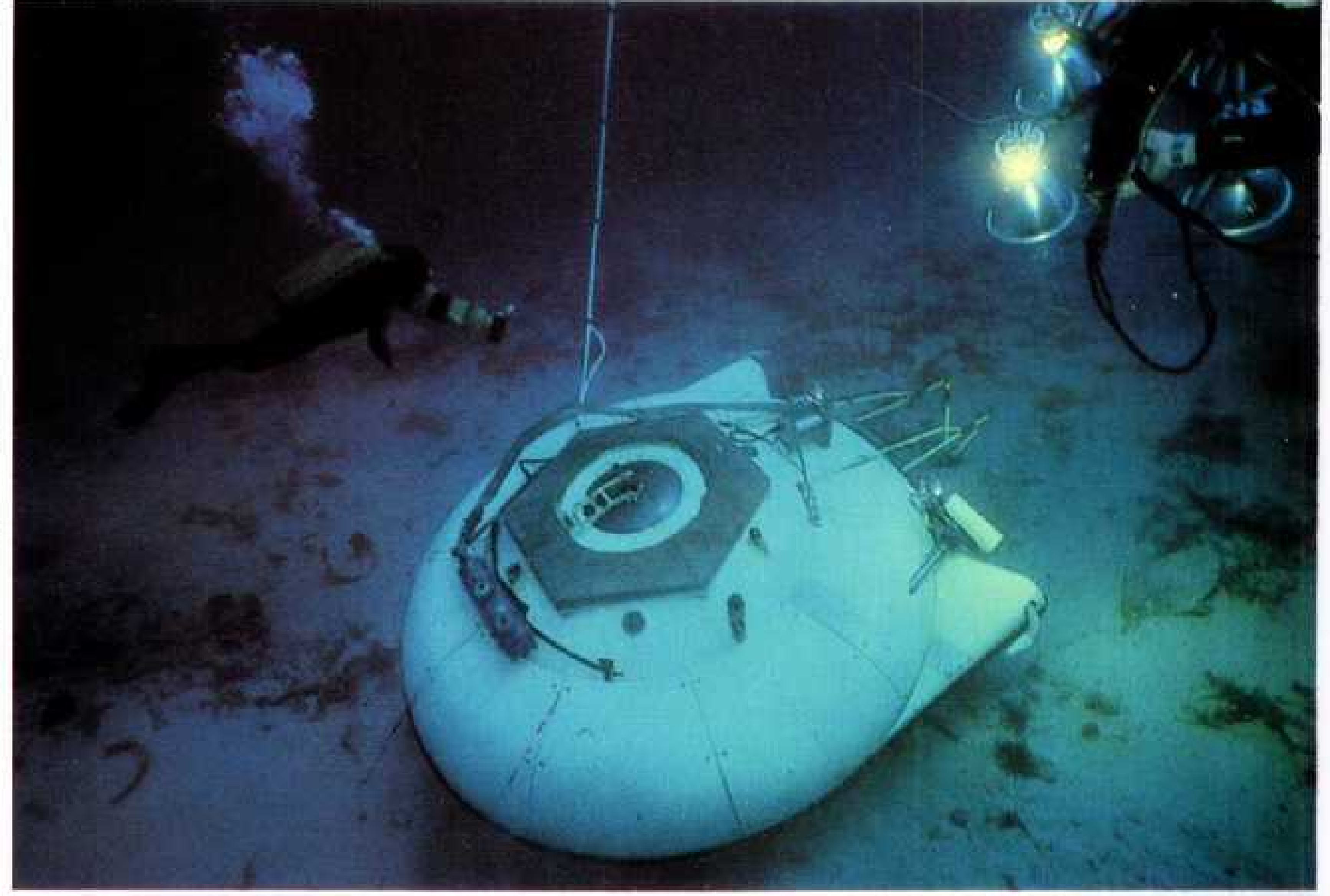
Un buen día, el cesto que sube contiene un dedo, un grueso dedo de mármol, que deja suponer la existencia de una gran estatua. Algunos días después recuperamos un pulgar y un pequeño bloque de metal cubierto de concreciones. Por informe que sea, este bloque recibe un cuidadoso tratamiento; una vez limpiado, proporcionará quizás nuevas ideas a los arqueólogos, para quienes todo fragmento antiguo presenta siempre algún interés. Las piezas siguientes que los buceadores encuentran son un misterioso adorno de oro finamente cincelado en forma de copa, una mano de mármol y un pie del mismo material, ambos muy hundidos.

A estas venturosas jornadas sucede un largo período estéril y desalentador. Pero nuestras investigaciones están lejos de haber terminado.



Para ayudar a los buceadores en su tarea, Albert Falco ha puesto a punto una original técnica de excavación: desciende en el platillo y, una vez en el fondo, invierte el chorro de la bomba de su sumergible. Los sedimentos son literalmente soplados en la pendiente (en la página siguiente, arriba), y aparecen las piezas arqueológicas (en la página siguiente, abajo).







Satisfacciones y decepciones

Es Ivan Giacoletto el que encuentra el brazo de mármol de tamaño natural. El fragmento está ennegrecido pero bien conservado, y pertenece ciertamente a una estatua de mujer. Este hallazgo galvaniza a nuestro equipo. Pero casi de inmediato debemos interrumpir nuestras investigaciones, pues un furioso golpe de viento se abate sobre Anticíthera. La tempestad del noroeste levanta una mar gruesa. La cólera del *meltem,* que fue fatal para la nave francesa estrellada contra el arrecife, podría serlo también para el *Calypso.* Ordeno a los hombres que están en la chalana que corten inmediatamente la extremidad de las guindalezas de nailon, y que dejen en su lugar los anclajes de acero que podríamos volver a utilizar. Como un pájaro huyendo de la tormenta, el *Calypso* se apresura hacia alta mar, asaltado por el oleaje. Se enfrenta valerosamente a uno de los más duros trances de su existencia. Viento en popa, se dirige hacia el punto noroeste de Creta, donde seis horas después encuentra un precario resguardo.

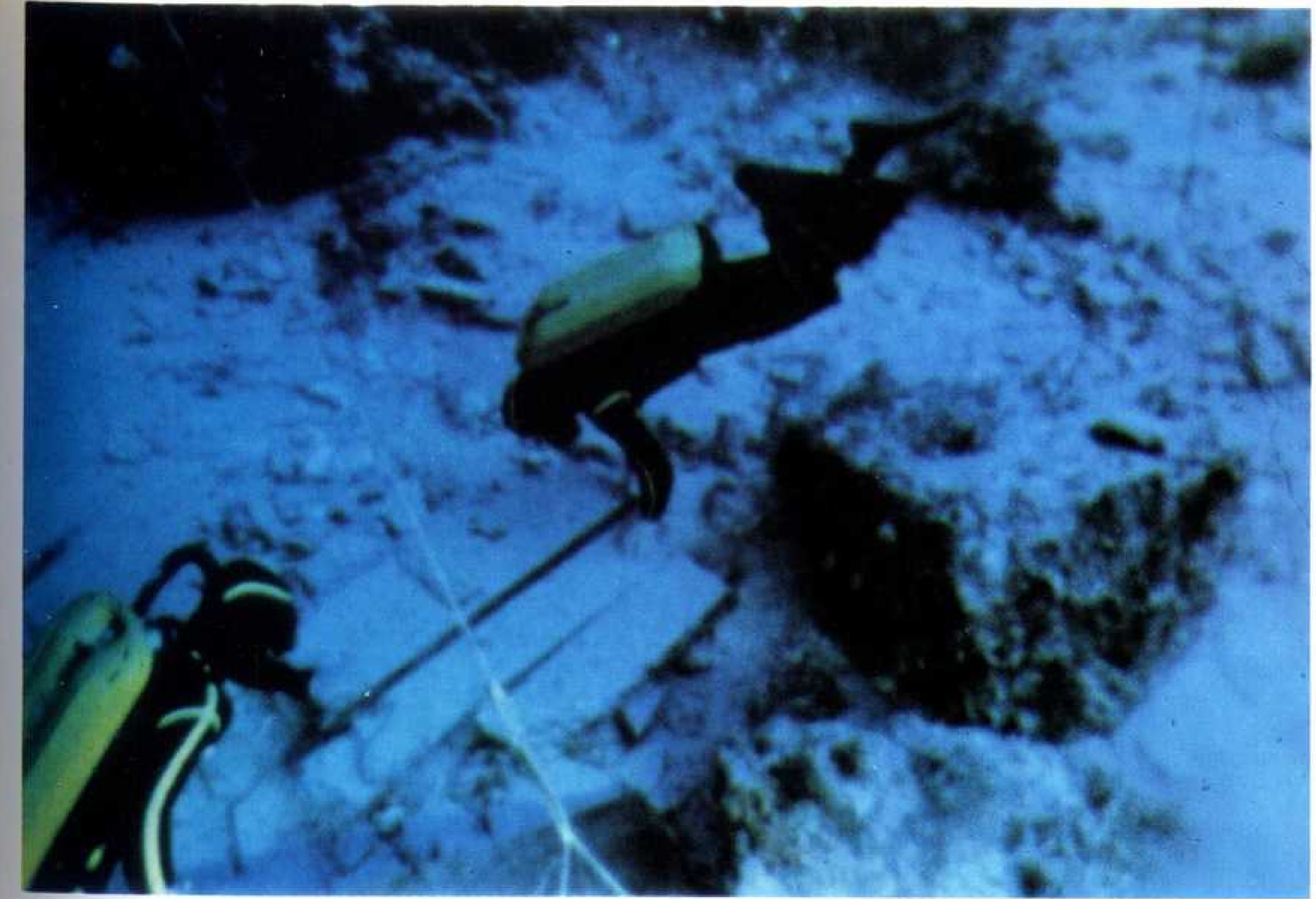
Durante este forzado alto, Lazare Kolonas detalla y comenta para nosotros la variada colección de objetos que nuestros buceadores han recuperado, y que él ha limpiado y catalogado. He aquí, sin orden ni concierto, una elegante lamparita de aceite; un lacrimatorio, especie de frasco de cuello alto y estrecho que contiene aceites olorosos y que se encuentra en las sepulturas romanas; una pequeña copa de oro cincelada que debía engastar una piedra preciosa y formar parte de un collar semejante al del museo de Nicosia; un bloque de metal que, limpio ya, revela su verdadera naturaleza: se trata de una pila de monedas aglomeradas por la acción química del agua...

En cuanto amaina la tormenta, volvemos a situarnos sobre el yacimiento. Después de una jornada de infructuosa búsqueda, los buceadores del *Calypso* encuentran un cráneo humano. ¿Era almirante o legionario, comerciante o esclavo? Este hombre, embarcado hace dos mil años en un barco que naufragó, hoy no tiene ni nombre ni grado alguno ¡Vanidad de las cosas humanas!

Pronto efectuamos otros hallazgos. Recuperamos enormes clavos de bronce, que debían de estar clavados en tacos cónicos de madera dura; es el procedimiento que se utilizaba en la antigüedad para remachar los cascos de los barcos.

Al día siguiente es un fragmento del





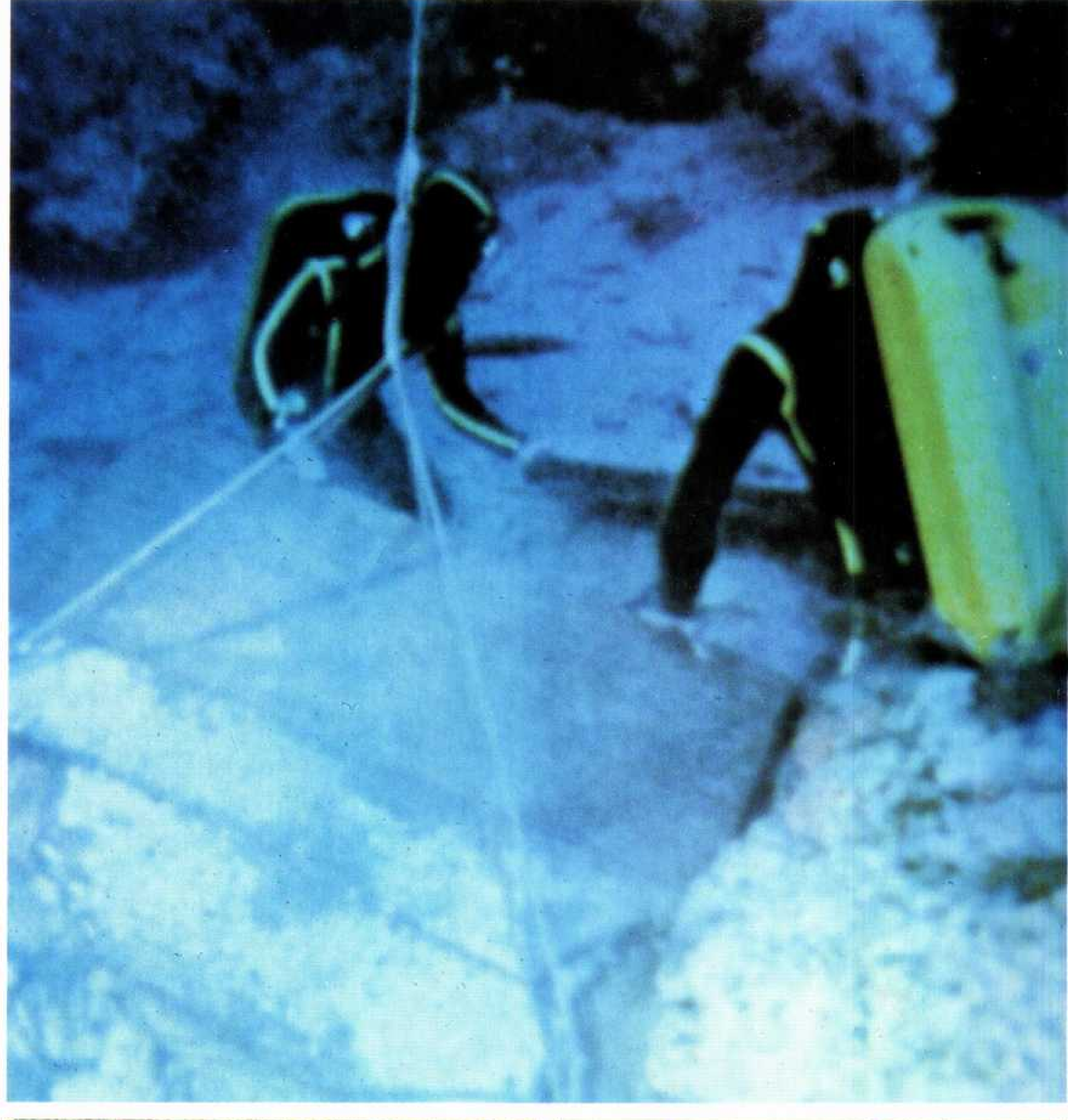




puente de madera del barco el que aparece bajo la boca de la aspiradora, apenas cubierto por una última capa de arena. Este descubrimiento será desgraciadamente efímero, pues estos trozos de planchas de madera, que tenían el sedimento por toda protección, no se conservarán más allá de unas semanas después de estar expuestos al aire.

El gran arqueólogo submarino Georges Papathanassoppulos llega desde Atenas. Después de examinar los objetos que hemos recogido, llega a las mismas conclusiones que Lazare Kolonas. Gran parte de estas piezas son fragmentos de obras importantes. Proceden de esculturas diferentes, de las que nunca se han encontrado otros rastros. Una vez más examinamos muestro mosaico fotográfico, para ver la posición de cada uno en el yacimiento. Pero de las fotos no logramos sacar el menor indicio sobre el lugar donde podrían encontrarse grandes bronces.

Algunos grandes bloques de sedimentos

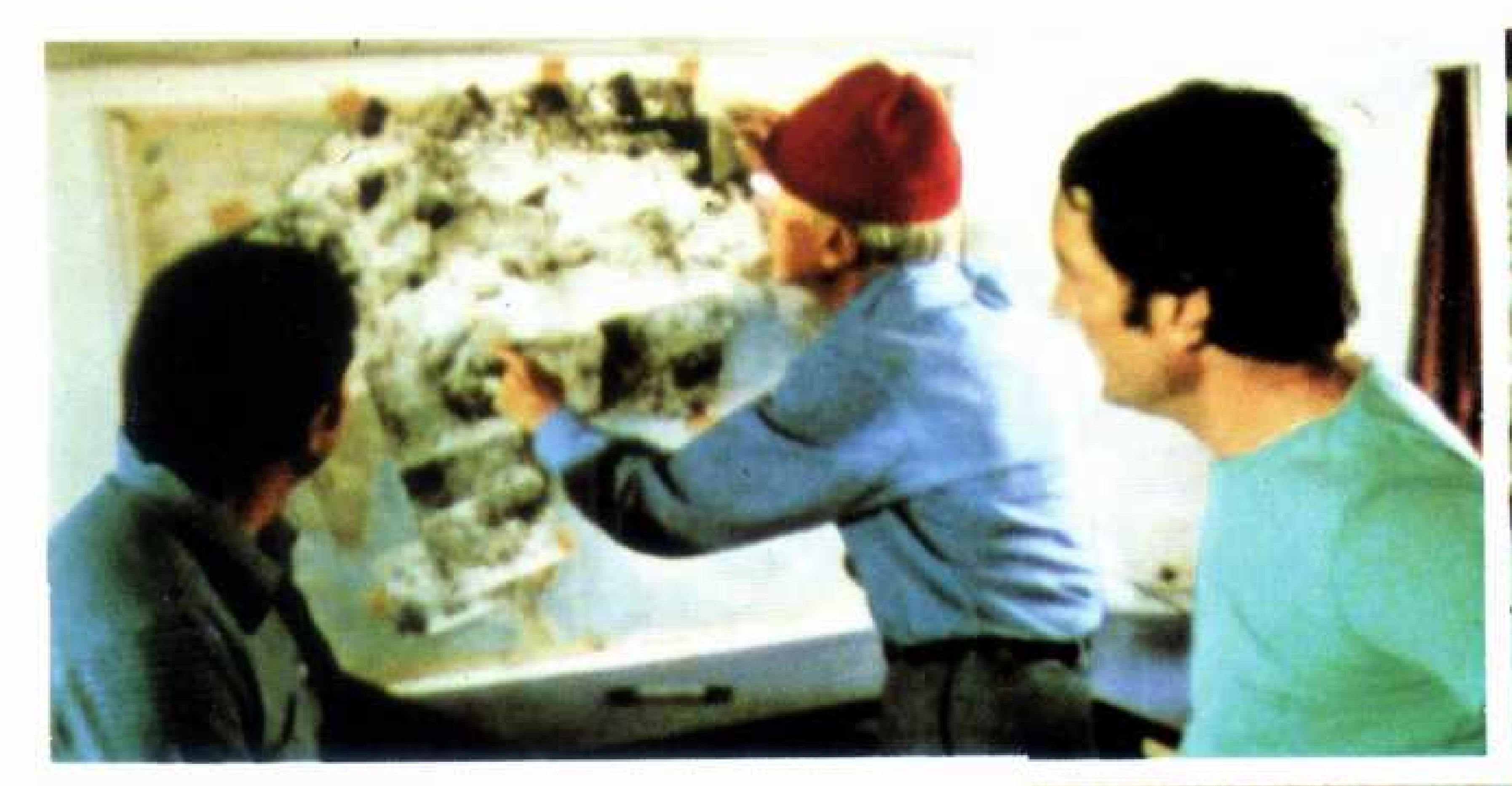


La búsqueda, larga y difícil, empieza a dar sus frutos. En la página anterior: Ivan Giacoletto descubre, en la arena, un brazo de mármol que coloca en el cesto, y que nuestro arqueólogo agregado —Lazare Kolonas— examina con satisfacción. En esta página: los buceadores del Calypso *han desprendido un fragmento de una cubierta de madera procedente del casco del barco romano: el objeto sube hacia la superficie mediante la grúa de nuestro barco.*





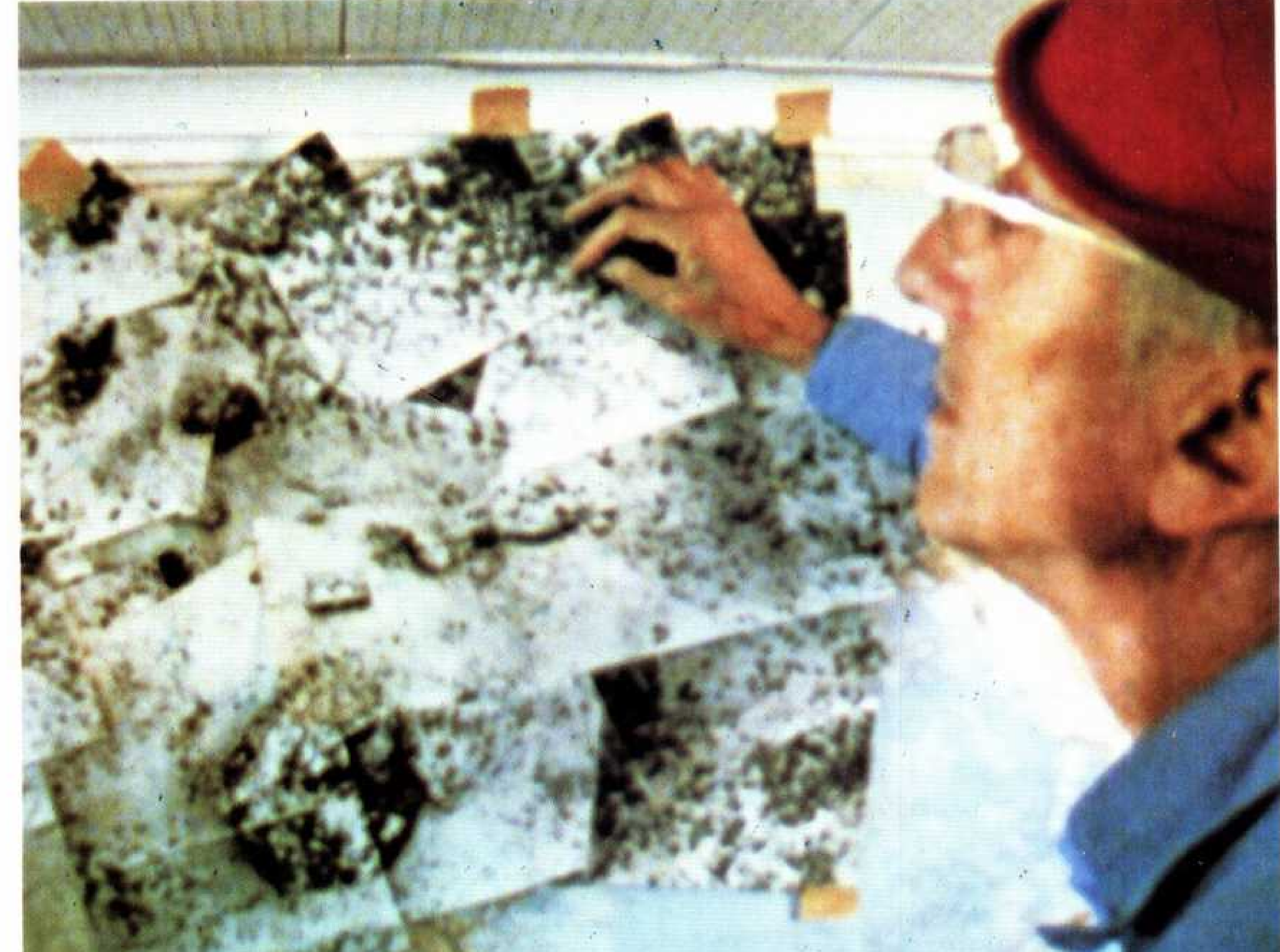
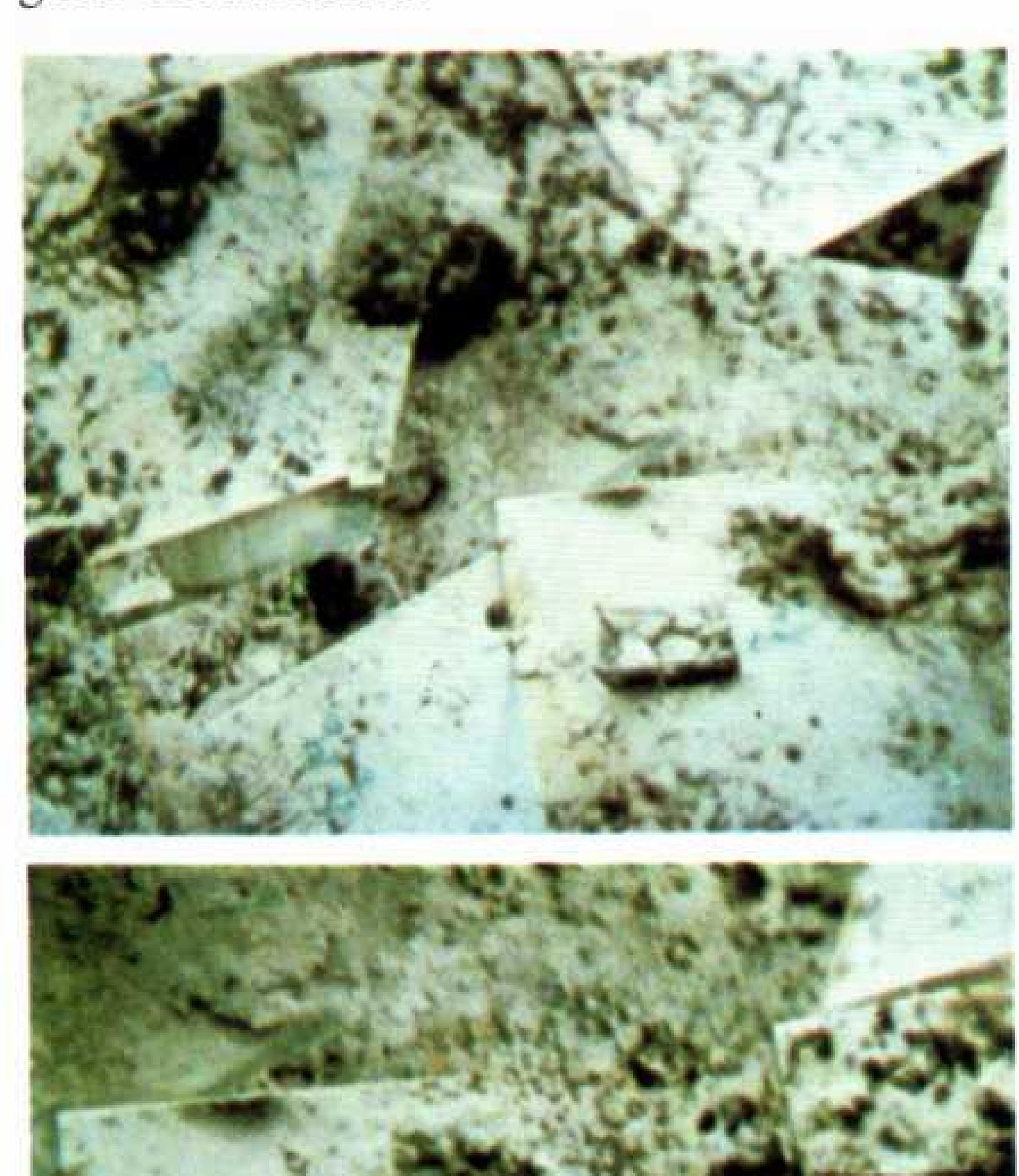




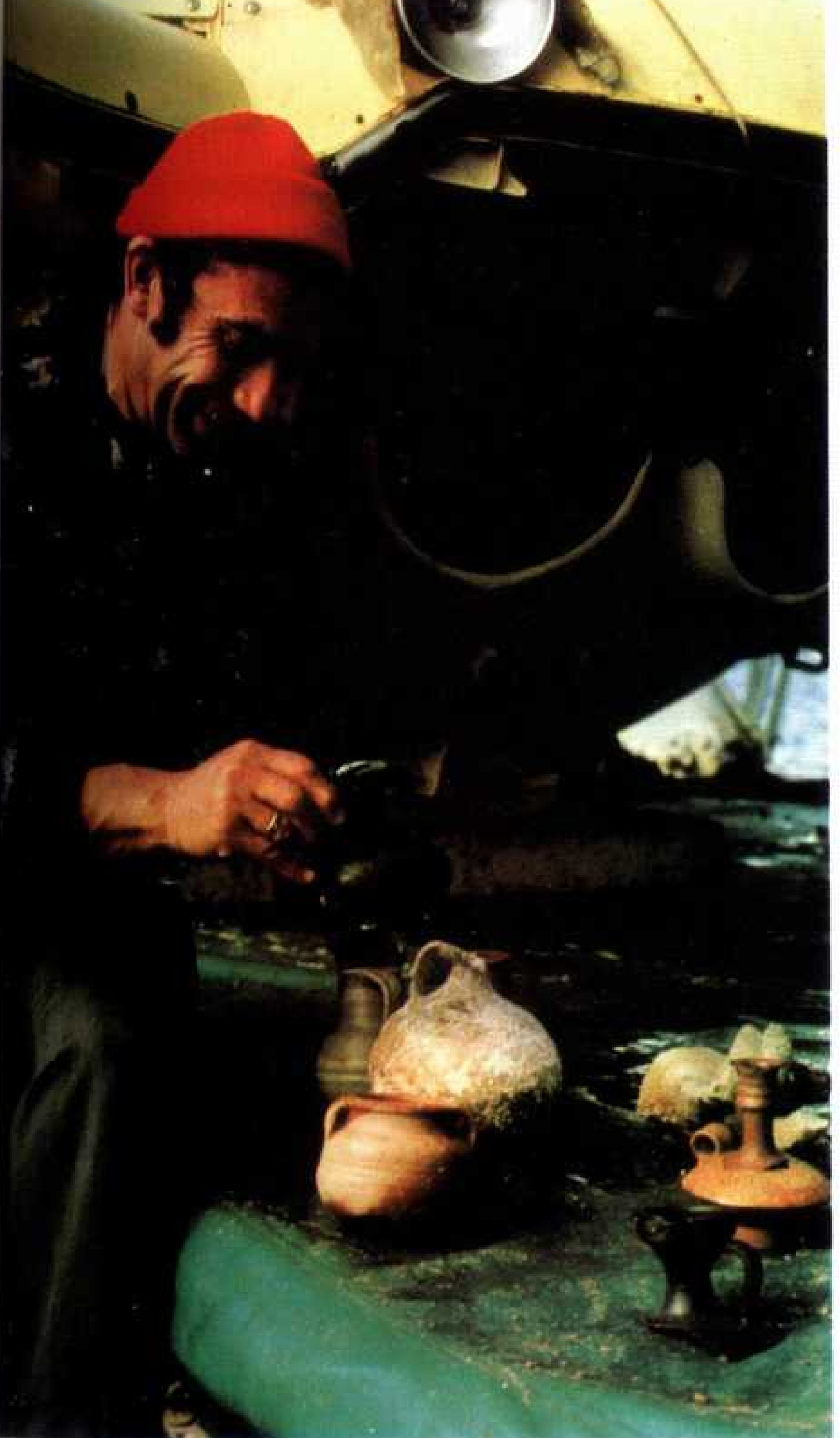

aglomerados podrían, no obstante, encerrar algún objeto precioso. Izamos al puente del *Calypso* algunos de estos duros amasijos. Un cable se desliza durante una de estas maniobras y todos temblamos recordando el incidente que sobrevino en el curso de los primeros trabajos de recuperación, a principios de siglo. Mientras se sacaba fuera del agua un magnífico caballero de mármol, se rompió el cable; la estatua cayó nuevamente al fondo, pero en un cañón inaccesible, y se perdió toda esperanza de volverla a encontrar.

En la cubierta del *Calypso,* los hombres atacan a martillazos los gruesos bloques que hemos izado a bordo, y que tratan de romper siguiendo las vetas naturales de la roca, para no perjudicar los objetos que podrían encerrar. Pero en lugar de los bronces tan esperados, son piezas de terracota bastante comunes las que aparecen.

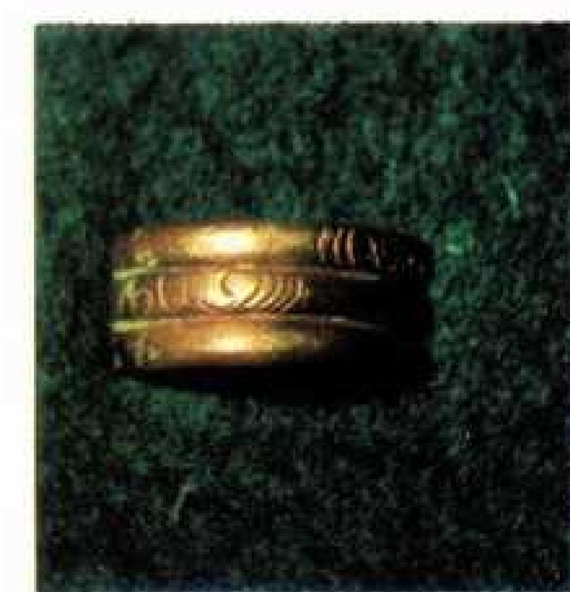
Pero no nos damos por vencidos. A pesar de nuestro cansancio, los trabajos prosiguen febrilmente.







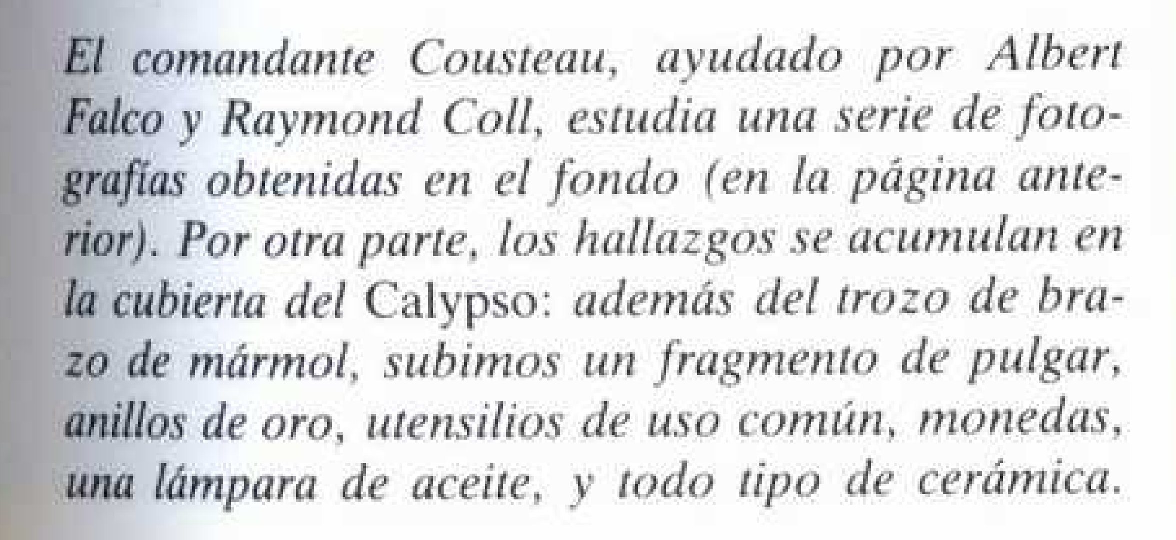










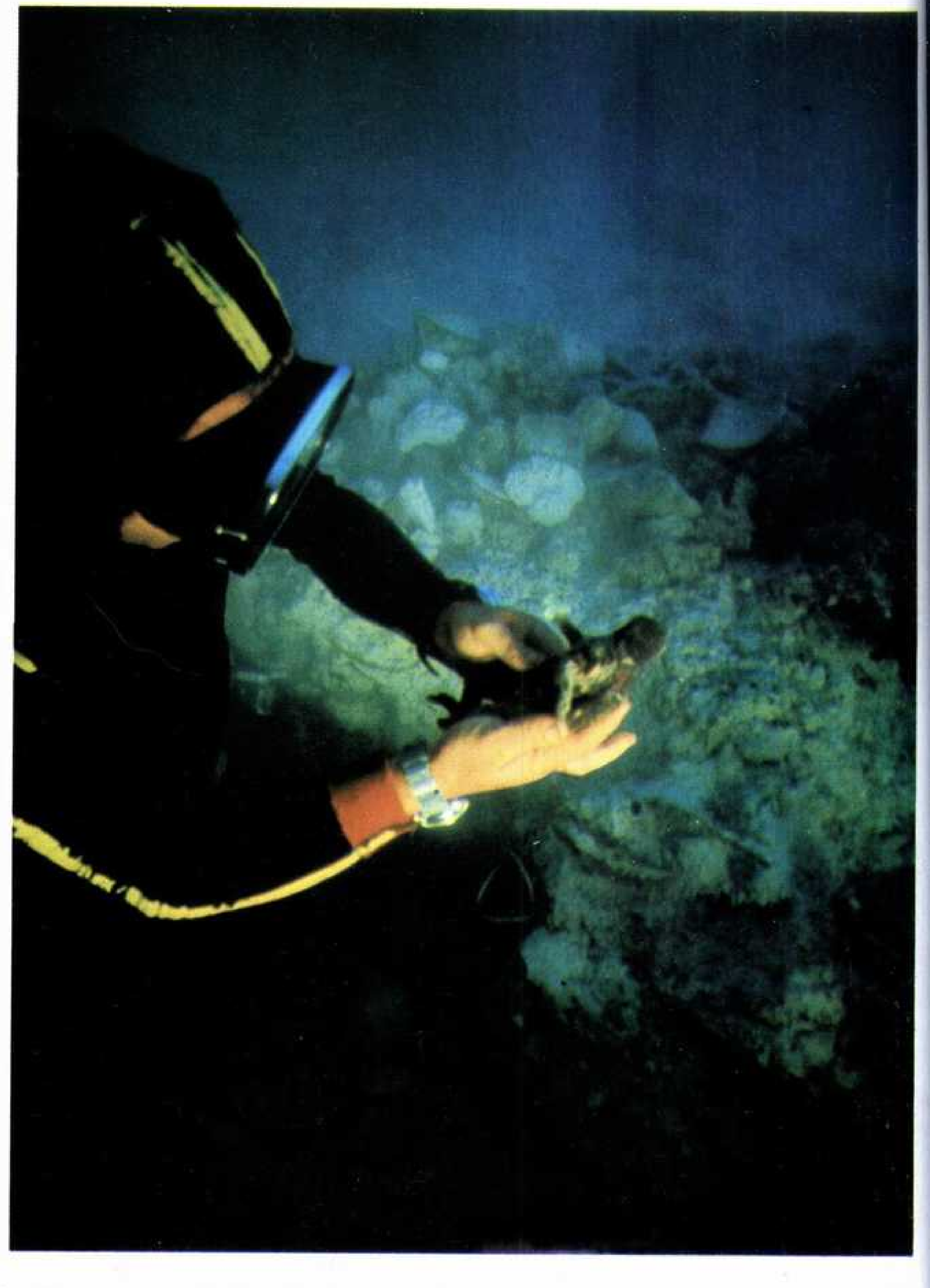


El comandante Cousteau, ayudado por Albert Falco y Raymond Coll, estudia una serie de fotografías obtenidas en el fondo (en la página anterior). Por otra parte, los hallazgos se acumulan en la cubierta del Calypso*: además del trozo de brazo de mármol, subimos un fragmento de pulgar, anillos de oro, utensilios de uso común, monedas, una lámpara de aceite, y todo tipo de cerámica.*

Una preciosa estatuilla

HACE ya semanas que los hombres del *Calypso* excavan en este rincón del Mediterráneo.
Una mañana, Raymond Coll descubre en el fondo una piedra cuyo borde, perfectamente rectilíneo, es el resultado forzoso de un trabajo humano. Escarbando la arena para liberar a la piedra con mil precauciones, desprende una especie de paralelepípedo rectangular, un zócalo tal vez.
Raymond Coll sondea con suavidad la zona que rodea el lugar donde el objeto estaba hundido. Bien iluminado por nuestras antorchas, excava con infinita paciencia por círculos concéntricos cada vez más grandes. Y he aquí que emerge lentamente de la arena la pequeña silueta de un pugilista de bronce.
Insensible a los organismos perforadores que destruyen el mármol, el bronce puede permanecer sepultado durante siglos en el agua del mar, recubriéndose solamente de una fina capa de óxido que le protege de una acción corrosiva más profunda. Una vez eliminada esta película oxidada, el objeto, con varios siglos de antigüedad o incluso varios milenios, recobra su aspecto original.
Todo el equipo del *Calypso* acoge triunfalmente a los buceadores cuando vuelven a la superficie, blandiendo la preciosa estatuilla que recompensa todos nuestros esfuerzos.
Llevamos el pugilista a nuestro amigo arqueólogo, cuyo primer reflejo es ajustarle sobre la base de piedra. Pero, evidentemente, falta una pieza entre el cuerpo del atleta y su base, probablemente un disco giratorio. Sabemos, en efecto, conforme a otros ejemplares antiguos, que los artistas griegos (cuyo refinamiento era extremo) presentaban así las estatuillas de pequeño tamaño. El disco permitía al amante del arte admirar la figurita en todos sus lados sin tener que dar vueltas en torno suyo, y orientarla de manera que la luz cayera bajo el ángulo más favorable.
Mientras Lazare Kolonas procede a limpiar nuestra joya, los buceadores regresan al fondo con la esperanza de hacer nuevos descubrimientos. Del lodo endurecido y aglomerado que cortan con toda precaución, desprenden efectivamente una nueva escultura, un efebo de bronce cuyas dimensiones son comparables a las del pugilista. Con estos dos hallazgos podemos darnos por contentos.
Los hombres reunidos en la cubierta del *Calypso* se maravillan ante el lote completo de nuestros tesoros. Hemos recuperado pendientes adornados con tres piedras preciosas y una figurita de Eros en oro, un brazo de bronce (pero no la estatua entera a la que debió de pertenecer), un brazalete de oro, nuevas pilas de monedas, frascos, una magnífica escudilla de cristal azul... Es como un sueño, o como un recuerdo que de repente me viene a la memoria. Estos objetos, literalmente, han sido devueltos a los hombres, a la vida. Hace dos mil años, una dama elegante se adornaba con estos pendientes para ir al circo o al teatro; se perfumaba con este frasquito de perfumes de Arabia; estas monedas pasaban de mano en mano para cerrar el trato de la compra de un esclavo o de una mercancía... ¡Vestigios del pasado! Pero sus voces quedan demasiado lejanas para que nosotros podamos entender su exacto significado.





Un momento de intensa emoción; en el substrato de arena y guijarros, Raymond Coll ha sentido bajo sus dedos un objeto duro, que ha desprendido con cuidado. Es una estatuilla antigua de bronce representando a un pugilista, una pieza de gran valor artístico y arqueológico. Encontraremos una segunda: será el coronamiento de nuestra esmerada búsqueda.

Nuestra misión en Anticíthera toca a su fin. Cerramos la obra. Liberado de las clavijas que le encadenan a las rocas de la isla, el *Calypso* pone proa al Pireo. Desde la más remota antigüedad, innumerables pueblos extranjeros han invadido Grecia y saqueado, destruido o robado los tesoros artísticos surgidos de su suelo, de la mano de sus genios. El *Calypso* se honra en contarse entre los escasos barcos que han devuelto al museo de Atenas la totalidad de las piezas que nos permitieron descubrir.







El Museo de las Antigüedades

UNA extraordinaria colección de piezas arqueológicas se acumula en las bodegas del *Calypso* anclado en el puerto de El Pireo. He aquí, mezclados, pero cuidadosamente catalogados por los científicos de a bordo, objetos de cristal con policromas incrustaciones, centenares de ánforas y terracotas, fragmentos de estatuas de mármol, estatuillas de bronce, monedas, alhajas...

Georges Kavadias, ministro de Cultura del gobierno de Atenas, sube a bordo para celebrar con nosotros la reaparición de estos tesoros después de una ausencia de veinte siglos.

En el museo, nuestros hallazgos comienzan a ser examinados prolongadamente por eminentes especialistas. Bajo la dirección de Nicolas Yalouris, las dos estatuillas de bronce que hemos arrancado al mar Egeo a costa de tantos esfuerzos son expuestas en una vitrina. Cada pieza que el *Calypso* aporta es registrada, y encuentra su sitio en el contexto histórico al que pertenece. De pronto me siento intrigado por una estatuilla que figura entre los objetos encontrados en Anticíthera en 1910. Le falta un brazo. ¿Y si fuera la que tanto hemos buscado, a la que pertenece el pequeño brazo?

¡Sí, es el suyo! Me embarga una profunda emoción. Una obra ejecutada hace dos mil años, y desaparecida en el fondo del mar durante un tiempo casi igual, se reconstruye ante mis ojos, gracias a dos campañas de excavaciones distantes setenta años entre sí... Los medios de que dispone el *Calypso* han permitido completar el trabajo de los pescadores griegos de principios de siglo.

Seis meses después, cuando regreso a Atenas para interesarme por el estado en que se encuentran los trabajos de restauración, se me comunica una noticia emocionante. De todos nuestros descubrimientos, el de las monedas de plata aglomeradas es quizá el más importante. Pues ha permitido no sólo fechar el famoso astrolabio encontrado en el mismo barco a principios del siglo XX, sino identificar también el origen del barco y la fecha exacta de su naufragio.

Me entero de boca del profesor Papathanassopoulos que la población de Pérgamo, que en el 88 a. de C. se había sublevado contra la dominación latina, había sido salvajemente reprimida por este motín diez años después. La ciudad había sido saqueada por una expedición romana, que pasó a todos los habitantes a cuchillo antes de embarcarse con un importante botín de estatuas, objetos de arte y monedas. Era el barco que naufragó cerca de Anticíthera, de camino hacia Roma.


Por una paradoja de las que en la historia abundan, un naufragio permitió que los brillantes vestigios de una antigua civilización fueran recuperados dos mil años después.

¿Qué importancia tienen algunas viejas ánforas, un brazo de mármol, unas joyas, unas monedas, las estatuas de bronce, un enigmático astrolabio?, se preguntarán algunos. Efectivamente, ¿qué importancia tienen? La faz del mundo no cambiará con ello. A menos que estos objetos no importen justamente más de lo que podemos imaginar. Nos hablan de civilizaciones florecientes que se desvanecieron por la guerra y la locura destructoras. Gracias a ellos revivimos un poco de nuestro pasado misterioso. Los hombres y las mujeres de antaño se nos hacen más próximos. Aprendemos también a avanzar hacia un porvenir menos brutal.

Las dos estatuillas, cuidadosamente limpiadas y estudiadas por especialistas griegos, van a enriquecer el patrimonio del Museo de las Antigüedades de Atenas. Ni uno solo de los tesoros arqueológicos sacados en el curso de nuestra larga campaña en aguas helenas ha salido de Grecia. Es uno de nuestros principios: nos asociamos con el país que visitamos en nuestras investigaciones, y se quedan con el conjunto de los descubrimientos que hacemos en ellos.



LA AMENAZA NUCLEAR



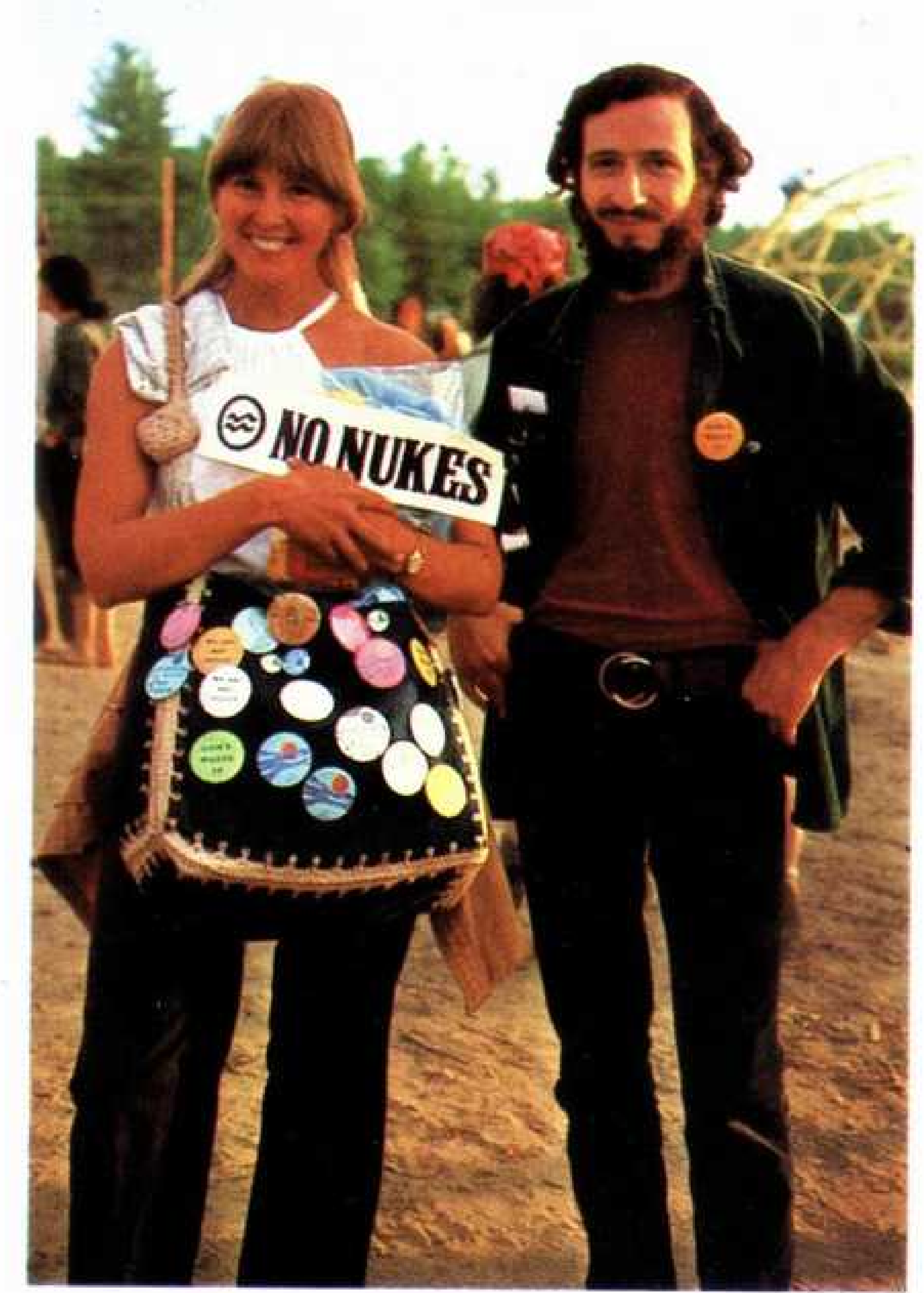
Three Mile Island

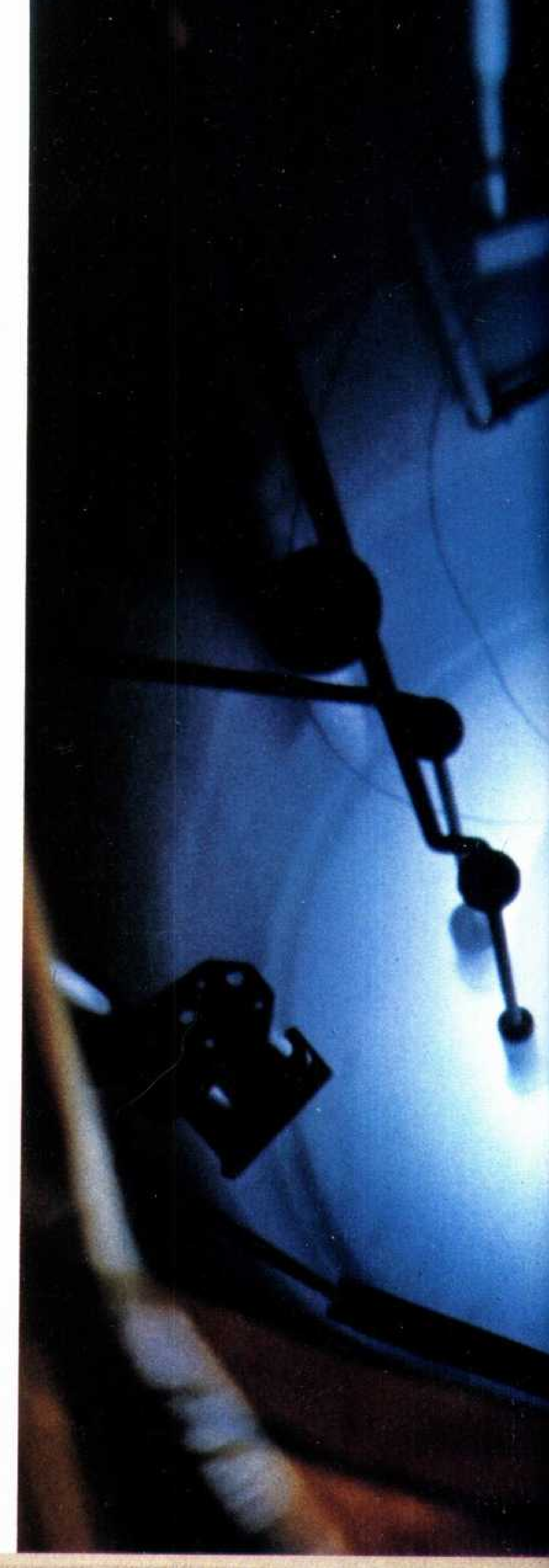
NUEVA York, 29 de marzo de 1979. El más grave accidente jamás ocurrido en una instalación que utiliza combustible nuclear acaba de convulsionar la región de Harrisburg, en Pensilvania. En la mañana de ayer, la explosión de una bomba de agua alimentadora del sistema refrigerador de un reactor de la central de Three Mile Island provocó la liberación de gases radiactivos a la atmósfera durante dos horas y media.

Proyectados al aire, los gases se expandieron por la zona colindante, y se ha detectado su presencia a una distancia de unos 25 kilómetros.

Nueva York, 30 de marzo de 1979. Siendo el accidente de la central nuclear más grave de lo que las primeras estimaciones de los expertos concluían, la evacuación de un millón de personas podría ser ordenada en las próximas cuarenta y ocho horas.

Nueva York, 31 de marzo de 1979. No se excluye la fusión del núcleo del reactor de Pensilvania. Es lo que los especialistas llaman, en su argot, «accidente de referencia máxima».







Hasta el momento, el accidente ocurrido en Harrisburg ha sido el más serio acaecido en una central nuclear destinada a la producción de energía eléctrica. Pero nada garantiza que no se den otros aún más graves en el futuro. Aunque estén sometidas a medidas de seguridad draconianas, las instalaciones nucleares están sujetas a multitud de riesgos imprevisibles. Los escenarios de accidentes que se construyen no cubren todas las posibilidades. La incidencia de errores humanos es siempre subestimada. De hecho, fue un error humano el que agravó el accidente de Three Mile Island y casi provoca una catástrofe.



Danger of Nuclear Terrorism Likely to Incre

rmont Yankee Says
uclear Plant Closed
s 'Safety Precaution'

BY ROBERT A. JONES

"We're a little in the position of a new bank in town judging its security on the basis of shoplifting in a local grocery store."

THE NEW YORK TIMES, TUESDAY, MARCH 30, 1976

U.S. Proposes to Fine Utility for Not Keeping Unstable Ex-Employee Out of Nu

By DAVID BURNHAM

EW YORK TIMES, SUNDAY, FEBRUARY 29, 1976

uclear Plant Finds Prevention Program 'Was Essentially Zero'

Nuclear Agency Proposes Fining T
Atomic Plants for Security Violati



El comandante Cousteau, el apóstol de los mares, a menudo ha levantado la voz para defender el entorno contra lo que ha llamado «la dictadura del todo nuclear». En la página de la izquierda, arriba: manifestación contra la industria y el armamento atómico. Página de la izquierda, abajo: vista parcial de una central nuclear. Aquí arriba, el núcleo de un reactor. Recortes de periódicos, al lado, a la izquierda, y arriba a la derecha, aparecidos con ocasión de distintas noticias sobre terrorismo nuclear y vertidos de residuos en el mar.

Por otro lado, la población mundial aumenta constantemente. Año 1950: 3.000 millones; 1975: 4.000 millones; alrededor del año 2000 se contará con 6.000 a 7.000 millones de personas en nuestro planeta. Esta población está también en continua expansión industrial y agrícola. Sus crecientes necesidades energéticas, unidas a la disminución de las reservas de hidrocarburos, condujeron a los países occidentales (e incluso a algunos del Tercer Mundo) a acelerar la construcción de centrales nucleares.

Los partidarios del átomo sostienen que la energía producida por las centrales nucleares es más económica —al menos a largo plazo— que la producida por centrales hidroeléctricas y termoeléctricas (de gasóleo o de carbón). Aun atribuyen más importancia al hecho de que ese procedimiento, calificado de «más limpio», entrañaría menos daños para el ambiente. Su uso permite eliminar los óxidos de azufre y nitrógeno, el anhídrido carbónico de las chimeneas y el hollín provocado por la combustión del carbón. Los óxidos de azufre y nitrógeno originan lluvias ácidas que ponen en peligro los ecosistemas acuáticos y los bosques. El anhídrido carbónico provoca el famoso «efecto invernadero», que calienta el globo. El átomo permitiría, por añadidura, economizar los preciados combustibles fósiles, irreemplazables en cierta maquinaria tecnológica, y evitaría la creación de barreras múltiples en los cursos de agua.

Sin embargo, los partidarios de la energía nuclear minimizan el problema del almacenamiento de los residuos radiactivos.

La radiactividad presenta, potencialmente, una de las mayores amenazas para la vida, ya que la neutralización de algunas de las más peligrosas sustancias radiactivas —es decir, su transformación en elementos inertes— se realiza en tiempos del orden de varios miles de años (alrededor de 200.000 años para el plutonio, por ejemplo).

He aquí un corto extracto, relativo a los peligros vividos por el hombre, del ensayo de un oceanógrafo americano especialista en la contaminación de los océanos, el profesor Edward D. Golberg: «La destrucción o las alteraciones celulares debidas a las radiaciones tienen como consecuencia dos tipos de efectos: somáticos y genéticos. Los primeros comprenden la mortalidad y las enfermedades agudas o crónicas asociadas a la exposición. La exposición puede acarrear enfermedades como el cáncer o la leucemia, particularmente en los casos en que se recibieron fuertes dosis. Nuestros conocimientos sobre enfermedades provocadas por exposiciones a largo plazo y a niveles bajos de radiaciones están menos desarrollados que los de los efectos de exposiciones a altos niveles.»

El problema de los residuos

ADEMÁS de los peligros asociados a los posibles accidentes en las centrales nucleares de producción de energía eléctrica o en las naves y submarinos a propulsión nuclear, el problema más grave que se plantea a la civilización del átomo es el almacenamiento de los residuos radiactivos. ¿Qué hacer con esos residuos?

Esas sustancias formadas a lo largo de las reacciones nucleares, y que no pueden ser utilizadas de ninguna manera, constituyen los residuos de los reactores. Altamente radiactivos, en algunos casos esos residuos tienen un período, un tiempo de desintegración (variable) que puede a veces cifrarse en siglos. Deben ser reciclados o enterrados en un punto cualquiera del planeta, en condiciones de seguridad perfecta hasta su completa neutralización; si no, nos arriesgamos a que contaminen vastas zonas terrestres sobre las cuales la radiactividad, que ataca a plantas y animales, llegaría al hombre a través de la cadena alimentaria.

Como los mares ocupan más de los dos tercios de la superficie de la Tierra, los científicos, «naturalmente», han pensado en ellos para deshacerse de esas sustancias mortales.

«El estroncio 90 contaminará los peces, crustáceos y moluscos.

—El estroncio 90 se concentra en la estructura ósea de los peces, en las conchas y caparazones. ¡Nadie come huesos ni caparazones...!

—¡Sí, las gallinas! Usted debería saber, querido colega, que uno de los subproductos de las industrias de conservas de pescado está constituido por los alimentos para aves, que se hacen a base de espinas. Comeremos, pues, huevos radiactivos. Peor aún: nuestros hijos los comerán.»

Estamos en el otoño de 1959. En mi calidad de director del Museo Oceanográfico de Mónaco (la más antigua e importante institución de este género, fundada en 1910 por el oceanógrafo Albert Charles-Honoré de Grimaldi, príncipe de Mónaco), he invitado a la Agencia Internacional para la Energía Atómica a celebrar un congreso sobre el controvertido problema del almacenamiento definitivo de los residuos nucleares.

Durante la primera jornada de trabajo, los protagonistas son físicos nucleares. Escucho más bien receloso sus informes sobre el desarrollo de la energía nuclear para fines pacíficos, sobre la necesidad de una energía «limpia» y sobre la localización de las nuevas instalaciones. Son temas acerca de los cuales aún sé poco. Por el momento, me parecen desvinculados de la oceanografía y del museo. Pero continúo escéptico.



El problema del almacenamiento y reciclaje de los combustibles irradiados y de los residuos nucleares se plantea desde el origen de la industria atómica, y aún no ha recibido una respuesta satisfactoria. Ya en el año 1959, un congreso de la Agencia Internacional para la Energía Atómica se reunió en Mónaco bajo la presidencia de S.A.S. el príncipe Rainiero III.

Aquí soy como el anfitrión; tras haber acogido a los 450 delegados de todas las naciones que desarrollan o esperan desarrollar proyectos de explotación de la energía nuclear, me situé, cortésmente, en la sala de congresos.
Los propósitos de los físicos pronto se vuelven muy interesantes. Con perfecta desenvoltura discuten en términos de millones de curios (el curio es la unidad de medida de la radiactividad). Intentan estimar la cantidad de residuos radiactivos de niveles de actividad bajos y medios que la industria nuclear producirá en el curso de los próximos decenios. Mi atención se dirige a la agitación que se cierne en el grupo de oceanógrafos. En voz baja, éstos intercambian comentarios y se pasan notas redactadas apresuradamente. Observo, igualmente, que durante la pausa que sigue a los trabajos, los físicos y los oceanógrafos no se mezclan entre sí. En el grupo de los biólogos marinos se discute con animación acerca de los efectos de esos productos tóxicos, ya propagados por la naturaleza o en vías de fabricación. Por la tarde me doy cuenta de que la atmósfera es netamente más tensa en la sala. Decido asistir a la sesión de la jornada siguiente, cuyo orden del día prevé la discusión de los informes sobre el empleo de los métodos de almacenamiento de residuos.



Una declaración aterradora

La jornada decisiva del congreso ha comenzado. Los oradores se suceden al micrófono. Tengo la impresión de asistir a un espectáculo surrealista en el que los actores, disfrazados de austeros científicos, discutieran con una seriedad imperturbable los medios para retrasar o reducir el riesgo de que la humanidad sea primero contaminada, luego masivamente atacada y, finalmente, exterminada por la radiactividad. La eventualidad de la catástrofe, sin ser nunca evocada en forma explícita, es, sin embargo, considerada como altamente probable.

Un orador propone enterrar los residuos en minas de sal abandonadas, escogidas por ser muy secas. Otro pretende ocultarlos en esquistos, pizarras u otras formaciones rocosas fracturadas. Hay quienes también sugieren convertir los residuos líquidos en masas vitrificadas, ponerlos en bloques de hormigón y enterrarlos.

Los informes se suceden. Unos quieren lanzar en paracaídas contenedores de residuos sobre los hielos de Groenlandia o del Antártico: el calor debido a la radiactividad permitiría a los bloques hundirse en el hielo. Otros consideran que los océanos son el lugar ideal de descarga. Ciertas delegaciones describen con gran naturalidad la forma en que su país se deshace ya de esos materiales en el mar. Se habla de abandonar los residuos activos en grandes fosas oceánicas, con el fin de que se entierren en el magma...

Las respuestas de los biólogos y oceanógrafos estallan al final de la sesión, consagrada a la exposición de las «soluciones» sostenidas por los físicos. Intento reducir la tensión recordando que un célebre biólogo marino debe intervenir al día siguiente. Estoy seguro de que este profesor tomará partido por el mar. Se servirá de su prestigio científico para luchar contra la idea que acabo de oír exponer, y que es ésta: conociendo la mínima frecuencia de los intercambios entre las aguas superficiales y las abisales, no habría ningún peligro en la inmersión de los residuos en las profundidades de los océanos.

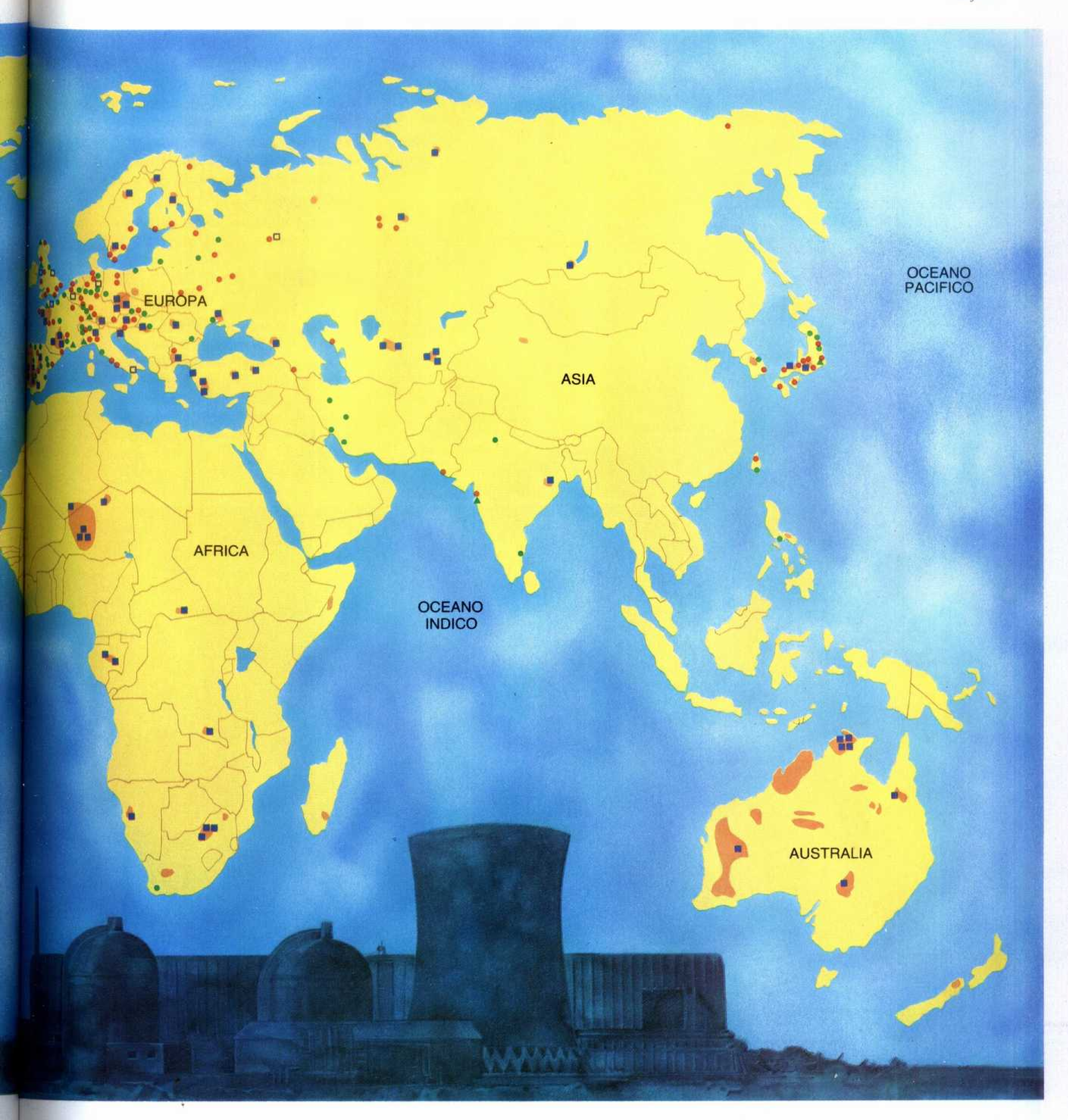
Al día siguiente, cuál no sería mi sorpresa cuando me apercibo que el informe del célebre profesor comienza con estas palabras:

«El mar es el lugar de depósito más natural para los residuos atómicos...»

Quejas ahogadas, murmullos, surgen del grupo de oceanógrafos. Yo mismo me sorprendo. ¡Qué decepción! ¡El famoso profesor se ha alineado junto a los ingenieros atómicos!

En el transcurso del coloquio subsiguiente, en presencia de dos biólogos, el célebre profesor precisa su posición: «¡Somos ya tantos en la Tierra!», dice. «Pronto, muy pronto, en el año 2000, seremos 6.000 millones o más. Habrá que encontrar comida para todos. Los recursos naturales ya no bastarán. Existe una equivalencia entre nutrición y energía. Deberemos fabricar energía nuclear en cantidad ilimitada para alimentar industrias que producirán, por síntesis, las proteínas necesarias para la alimentación del género humano. Por ello es por lo que tenemos la obligación de lanzarnos a la producción masiva de energía atómica.»

En el silencio que sigue a esta declaración aterradora veo surgir ante mis ojos la imagen de masas humanas abandonando las ciudades costeras para refugiarse en las tierras del interior, en una especie de campos de concentración donde recibirían su ración de alimento sintético producido gracias a la industria del átomo... Veo ciudades marítimas que se derrumban, en ruinas, los navíos enmohecidos, las costas desiertas, los cuerpos de los

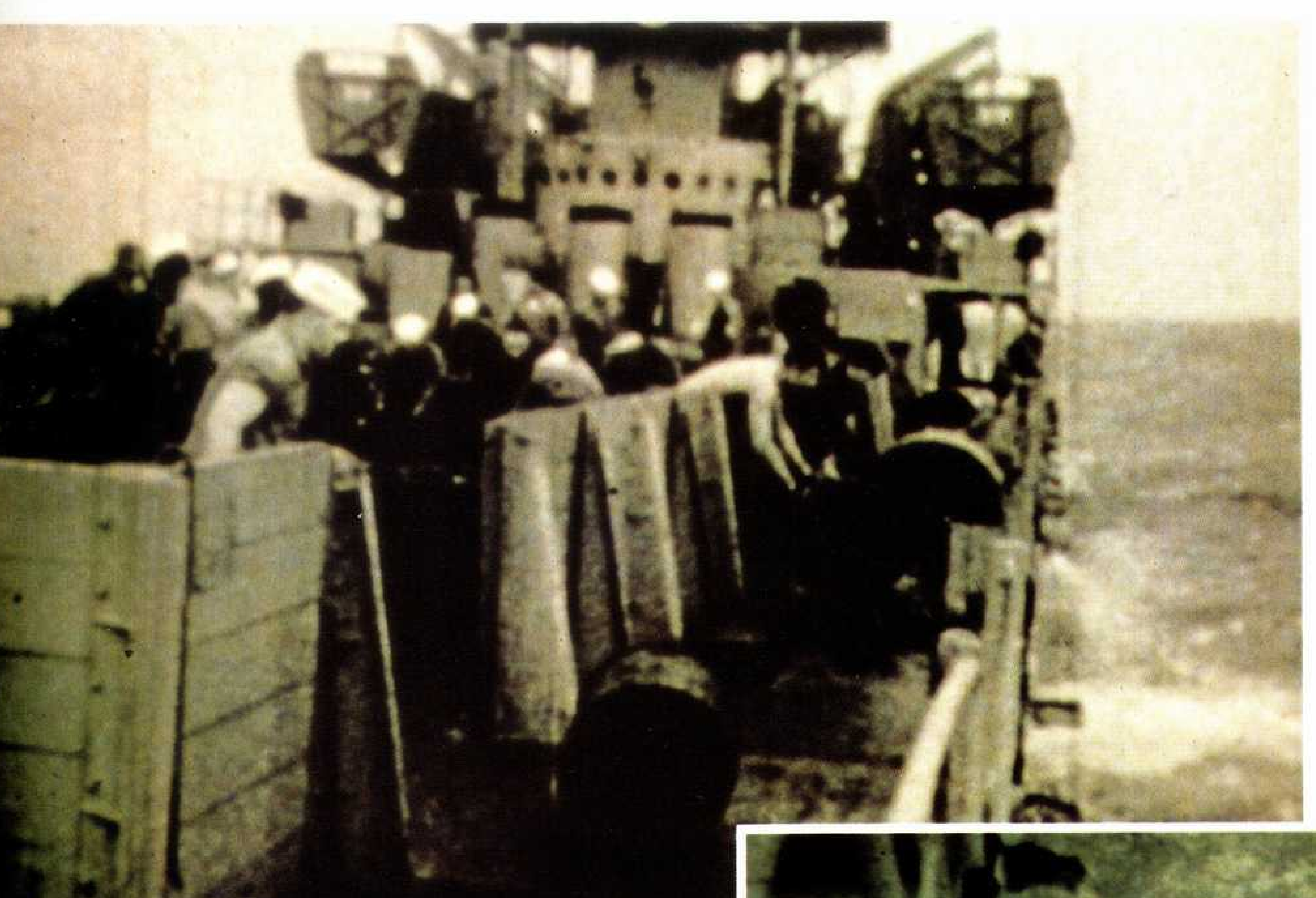


El mapa superior da una idea de la localización de los principales yacimientos de uranio, las principales centrales nucleares y los grandes centros de reciclaje de materiales irradiados en el mundo. Desde su realización, la situación ha evolucionado, sin embargo, en ciertos lugares, especialmente en Irán, Irak, Pakistán, China, etc.

animales marinos pudriéndose, arrojados a la orilla o flotando en la superficie de las olas...

¡No! No es posible. No debe ocurrir así. ¡La especie humana no puede multiplicarse indefinidamente, en detrimento del globo entero, y desembocar al fin en la vida deshumanizada de un hormiguero! Puesto que numerosos científicos se han reunido aquí, ¡organicemos la defensa del mar! Establezcamos las bases de una colaboración entre físicos y biólogos que permita obtener una estimación clara y objetiva de las consecuencias de las elecciones energéticas que hayamos realizado. Al final del congreso llegamos a un acuerdo. Vamos a instalar en el museo un centro internacional de estudios sobre la radiactividad marítima. El príncipe Rainiero III sostiene activamente este proyecto, proponiendo un acuerdo entre su gobierno, el museo y la Agencia Internacional para la Energía Atómica, que será responsable del funcionamiento de los laboratorios.

La ecología gana una batalla



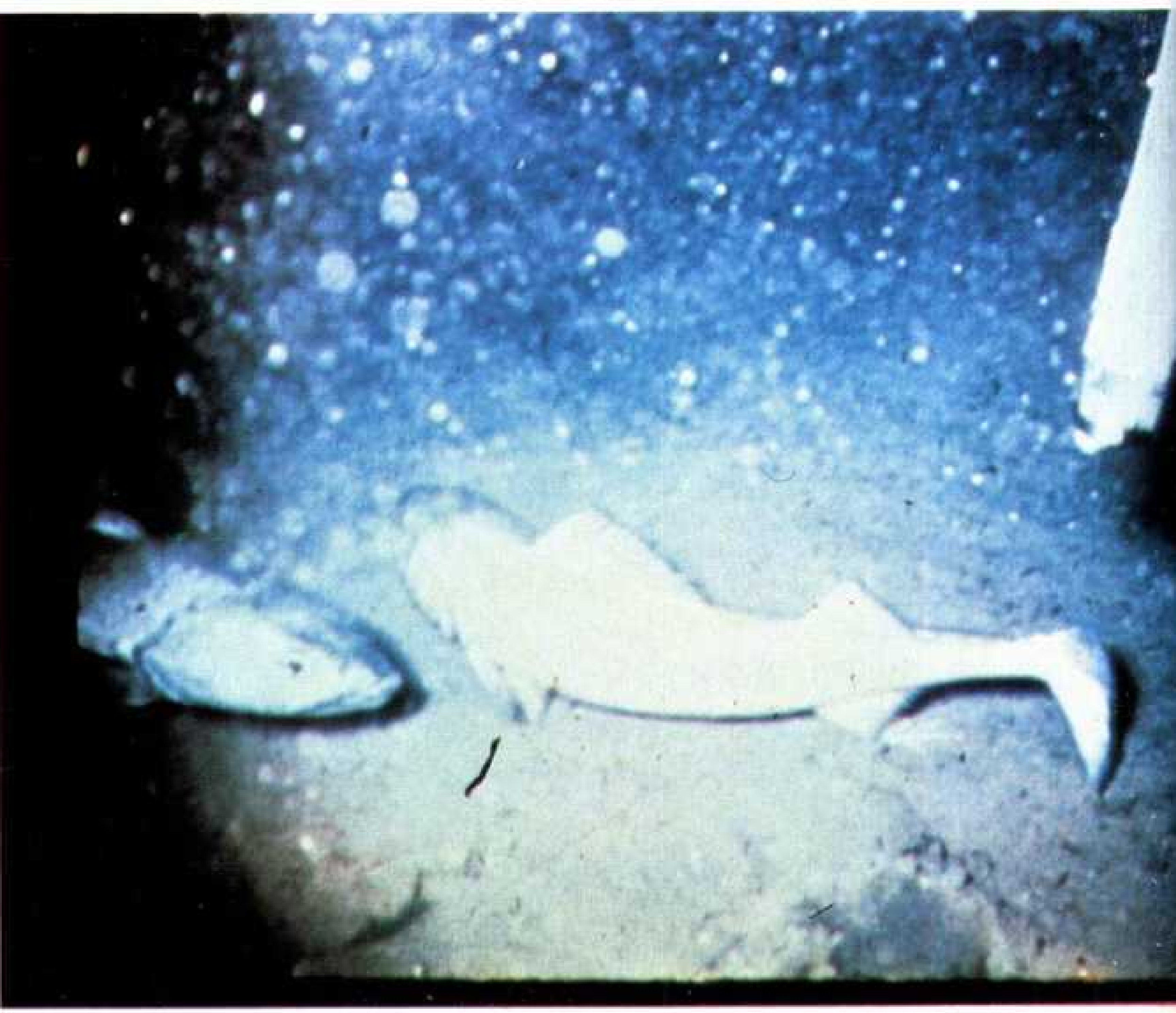
Eso es todo. Para mí, un desafío. Un desafío al mar y un desafió personal al que debo responder.
Un dirigente del Comisariado de la Energía Atómica me había prevenido.
«Comandante Cousteau, ¿qué piensa usted de la descarga en el mar de residuos radiactivos?, me había preguntado mi interlocutor.

Desde ya hace mucho tiempo, las potencias nucleares se conforman con arrojar sus residuos al mar en barriles que se oxidan rápidamente y que el agua salada corroe. Al lado y abajo: una operación de lanzamiento de contenedores al mar. En la página de la derecha: un barril de residuos nucleares fotografiado en el fondo del Atlántico por el sumergible americano Alvin. *En esta página, abajo: las estrellas de mar, los peces y otras criaturas bentónicas, incluso en las grandes fosas abisales, reciclan los isótopos radiactivos y los reintroducen en las cadenas alimentarias.*



DÍA 6 de octubre de 1960. Esperaba la noticia desde hace días. Aparece en un periódico de la mañana bajo la forma de este pequeño artículo:
«Un proyecto aprobado por el Euratom, la Comunidad Europea de la Energía Atómica, prevé en los próximos días una importante experiencia en el marco de los estudios que intentan resolver el problema de la eliminación de los residuos radiactivos. La central nuclear de Marcoule, cerca de Montelimar, enviará por ferrocarril a Tolón un cargamento de 6.500 barriles de residuos radiactivos, que serán sumergidos en una profunda fosa marina de más de 2.400 metros, situada entre Antibes y Calvi, en Córcega.»





—Sería, a mi juicio, una decisión prematura y probablemente criminal. Sabemos aún muy poco sobre los fenómenos oceánicos. No disponemos de una base científica adecuada para establecer qué cantidad de materiales radiactivos podrían, eventualmente, recibir los océanos sin peligro.

—¿Qué haría usted si el gobierno francés y el Comisariado de la Energía Atómica decidiesen verter residuos en el Mediterráneo?

—¡Seguramente usted no tendrá esa intención! Pero si así fuera, haría lo imposible para impedírselo.

—Estaba seguro —dice mi interlocutor con un tono súbitamente duro y cortante—. Le prevengo: sé que está usted en buenas relaciones con la prensa. Pero, en el caso de que ocurriese, ¡no estoy seguro de que los periódicos estuvieran dispuestos a publicar lo que usted dijera!»

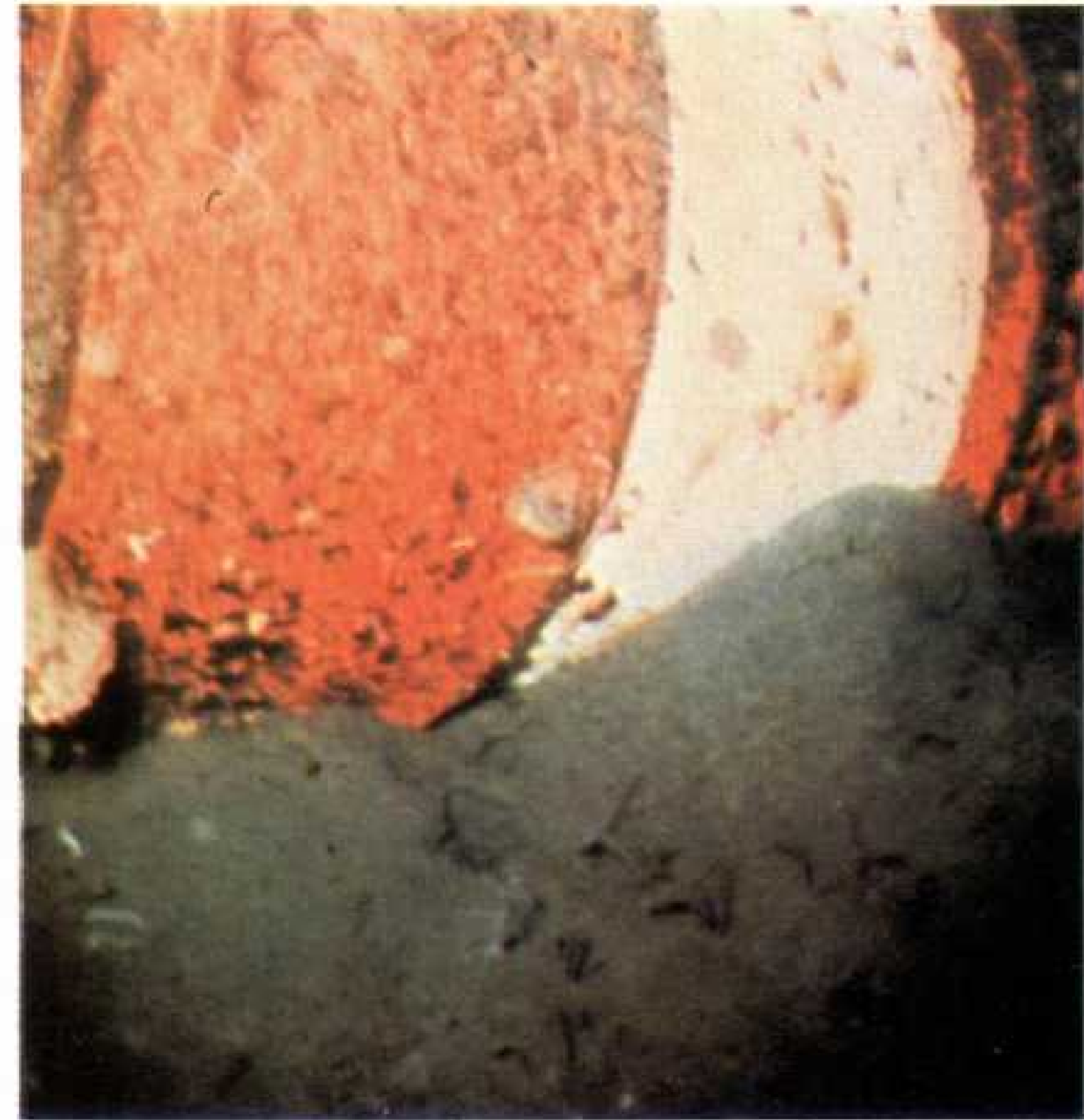
Una serie de llamadas telefónicas a ciertas autoridades locales, los alcaldes de Niza y Menton, diputados y senadores de Marsella, de Tolón y de Niza, todos preparados para la lucha, me confirman que yo no estaría solo en la oposición a ese proyecto insensato. Puedo también contar con la solidaridad activa de célebres oceanógrafos.

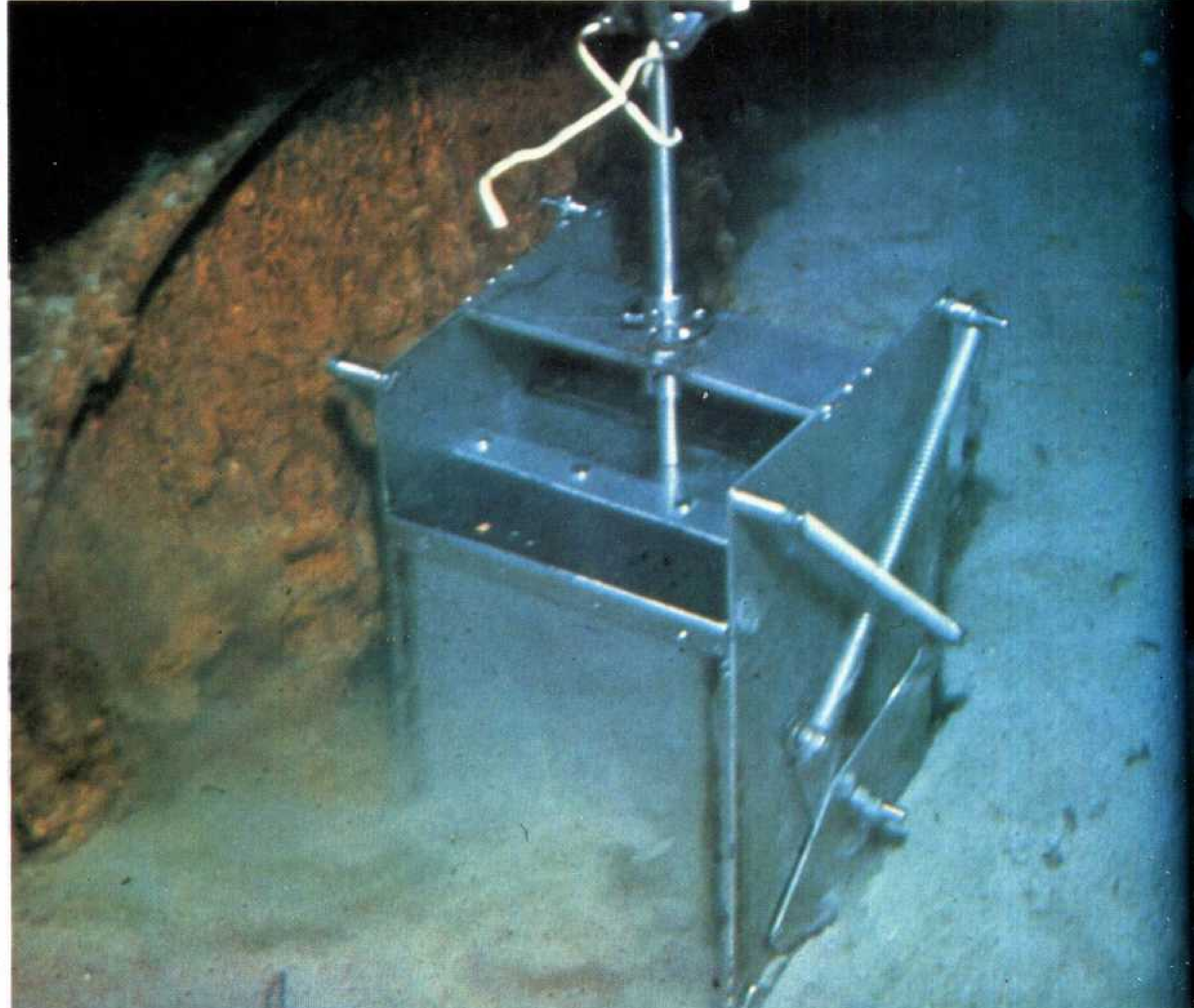
Nuestro primer objetivo: contrarrestar la tentativa del Comisariado de la Energía Atómica a condenarme al silencio. Un domingo, muy entrada la tarde, cuando los diferentes jefes de servicio están sin duda ausentes hasta la entrada en prensa de la edición del lunes, llamo por teléfono a un importante periódico nacional que publicó anteriormente una falsa información según la cual yo había avalado la operación. Mi estrategia funcionó. El único responsable presente, un secretario de redacción, ignora todo el asunto. Muy cordial, hace estenografiar mi declaración:

«No hay fosa alguna entre Antibes y Calvi, sino una plataforma de más de 2.600 metros de profundidad. Nunca avalé el proyecto del vertido de los residuos nucleares en cuestión, ni me dediqué a investigaciones para localizar lugares adecuados a tales depósitos. El área elegida por el CEA es la menos apropiada desde el punto de vista de las corrientes.»


Al día siguiente, cuando llego al museo provisto del periódico que publica íntegramente mi declaración, los corresponsales de la mayoría de los diarios franceses y de un gran número de diarios extranjeros me esperan. La conferencia de prensa consiguiente obtiene un éxito considerable. La batalla ha empezado. ¡La tentativa de intimidación del Comisariado de la Energía Atómica se ha frustrado! Pero, entre tanto, el comisariado acaba de anunciar la fecha de la descarga: el 20 de octubre. Dispongo de diez días para conjurar la amenaza.







El poder de corrosión del agua del mar es considerable. Ningún barril resiste allí más de algunos meses o algunos años, como atestiguan estas fotografías. Al lado, a la derecha, y en la página siguiente, abajo: un cesto y una pinza para tomar muestras han sido bajados con el fin de recoger sedimentos y materiales, así como estudiar su grado de contaminación por los productos radiactivos.

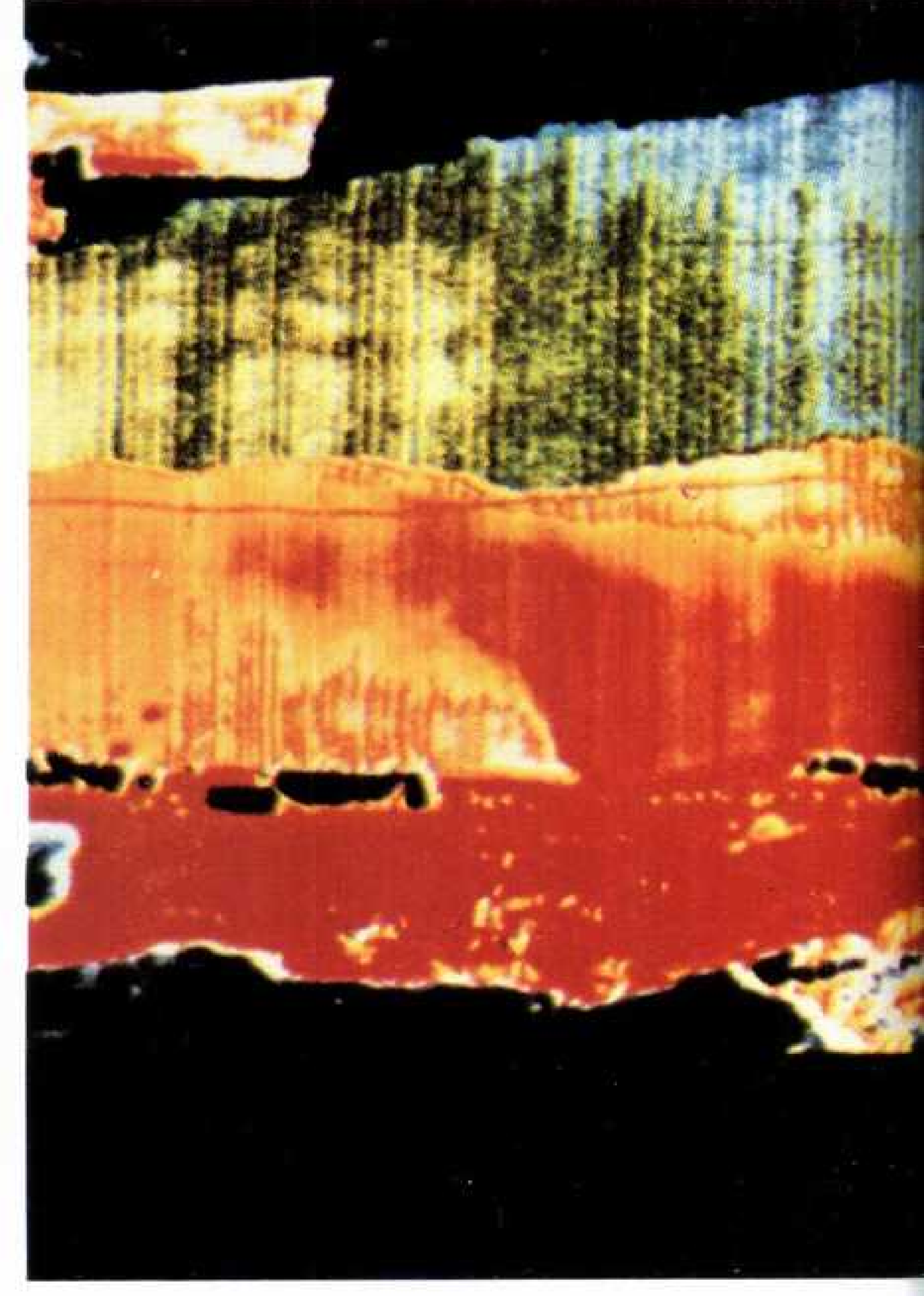


Diez días frenéticos

AMIGOS del mar de todas las edades, de todos los orígenes y de todos los espectros políticos se reúnen rápidamente en el museo. Organizamos una oficina abierta las veinticuatro horas del día que proporciona informaciones telefónicas y multicopiadas y envía conferenciantes a todas las asociaciones deseosas de conocer qué es lo que pasa. Inundamos de declaraciones a la prensa y a las autoridades locales interesadas. Nos ponemos en contacto con las cámaras de comercio, los agentes inmobiliarios, las agencias de turismo, los sindicatos con iniciativa y las organizaciones de pescadores de la Costa Azul y de Córcega. ¡Evidentemente, las industrias pesqueras y de turismo serían gravemente perjudicadas por la sola noticia de que el mar podría ser contaminado por la radiactividad!

La campaña produce sus frutos. A ocho días de lo que hemos llamado el Día «D» —¡pero «D» por detritos—, en el curso de una tumultuosa sesión pública, el consejo municipal de Tolón solicita oficialmente al gobierno francés que suspenda la operación. Por su parte, el conjunto de las organizaciones opuestas al vertido dirige oficialmente al general De Gaulle una petición de anulación del citado proyecto. A tres jornadas del Día «D», cuando llega a Niza el navío cargado con la enorme boya que deberá flotar sobre el punto donde el material nuclear será descargado, el consejo municipal de la ciudad emite un voto de protesta. El alcalde habla de huelga administrativa. Las comunidades de Córcega se rebelan. El alcalde de Marsella insiste al Comisariado de la Energía Atómica para que se encuentre otra solución. El alcalde de Tolón promete a sus administrados que al tren que transporta los residuos no se le permitirá la entrada en la ciudad. En cuanto a la población de Nimes, se dispone a ocupar la vía férrea para impedir el paso del tren.

El 20 de octubre de 1960, día previsto para la descarga, ni el navío ni su boya abandonan el puerto de Niza. Y el tren

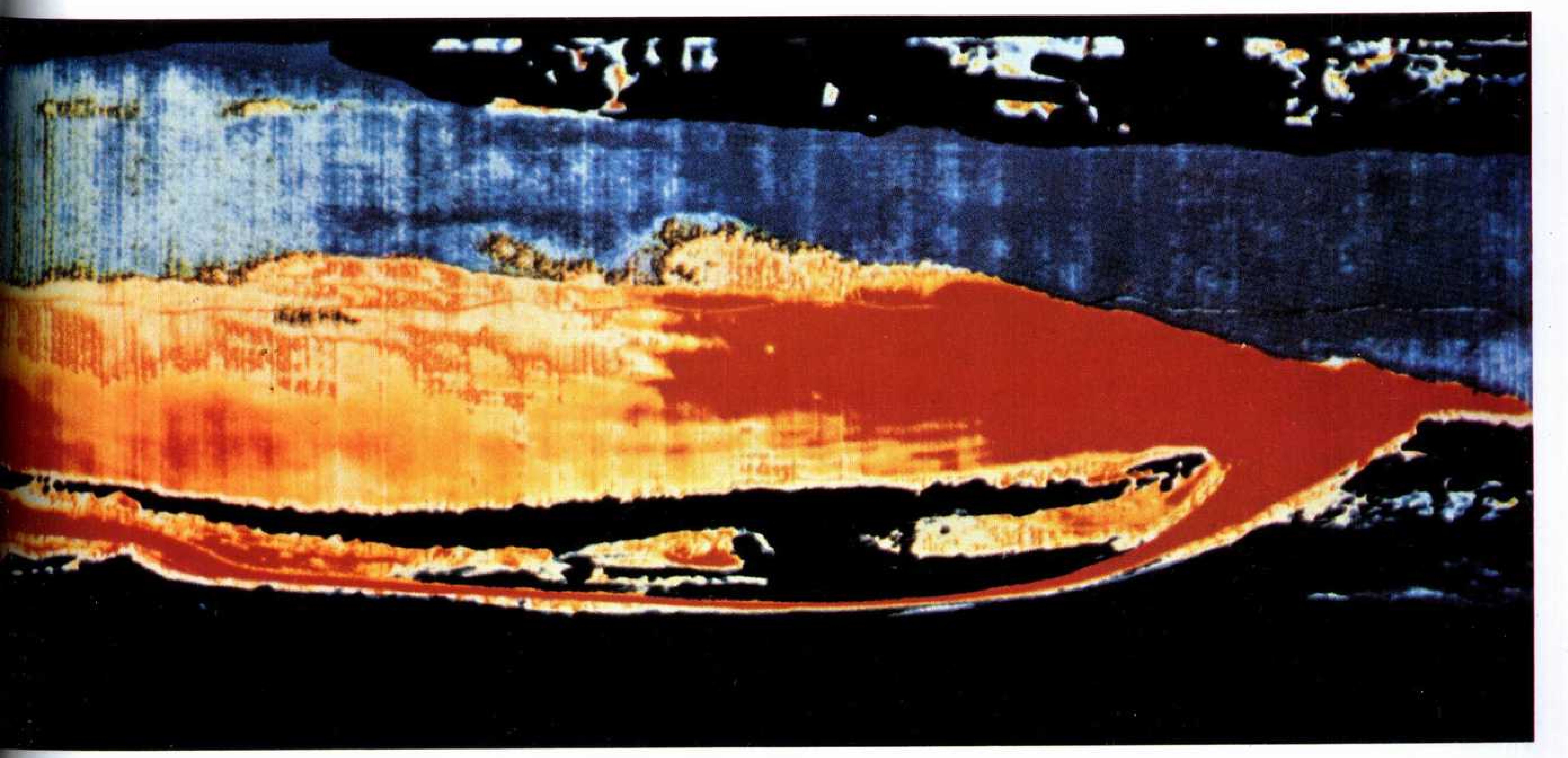


permanece en Marcoule. Transcurren los días. Los responsables de las administraciones locales de las ciudades interesadas se reúnen para decidir en común la prohibición del paso de materiales radiactivos por los territorios que dependen de su autoridad.

Nueve días después del Día «D», invitado a París por un grupo de senadores y diputados, hablo de los peligros de la introducción de materiales nucleares, incluso de baja actividad, en el mar. Se prepara un debate en el Senado. El Comisariado de la Energía Atómica anula la operación.

Nuestra victoria permitió a los oceanógrafos iniciar el estudio sistemático de los efectos de la radiactividad en el mar. Analizamos los efectos de diversos tipos de contaminación atómica (lluvias radiactivas, depósito de residuos, infiltraciones de aguas terrestres contaminadas) sobre el medio marino y sus habitantes. Prestamos atención sobre todo a la forma en que ciertos isótopos radiactivos se reconcentran en las cadenas alimentarias.

Otro tipo importante de contaminación, ligada a todas las centrales de producción eléctrica (y no solamente a las centrales nucleares), es la contaminación térmica. Los desechos de agua caliente en el medio natural (ríos o mar), sobre todo si son irregulares, afectan gravemente a estos biotopos. Al lado, a la izquierda: un emisor de agua caliente en el mar, en el desagüe de una central nuclear. Al lado, a la derecha: vista aérea de las canalizaciones de refrigeración de una central nuclear. Abajo: utilizando rayos infrarrojos, la contaminación térmica de algunas aguas costeras destaca netamente.



Las incógnitas del átomo

La historia del almacenamiento de residuos radiactivos en los océanos es tan antigua como el descubrimiento y la aplicación de la energía atómica. Así como al principio conocíamos muy poco sobre el átomo y su utilización, del mismo modo sabíamos también poco sobre los efectos de la contaminación nuclear a medio y largo plazo sobre el ambiente y sobre el hombre.

Cuarenta años después de su apocalipsis, Hiroshima y Nagasaki tienen aún algo que enseñarnos sobre las consecuencias genéticas de una explosión atómica. Los atolones de Bikini y Eniwetok, en el Pacífico, que constituyeron durante los años cincuenta el marco de explosiones de bombas termonucleares experimentales americanas, revelan año tras año horrores que no se habían previsto, pero que eran quizá previsibles.

Si no es fácil concebir lo que puede ocurrir en un medio biológico tras una deflagración atómica (todo depende del arma utilizada, la distancia, los vientos, etc.), más difícil es aún conocer las consecuencias ocultas, insidiosas, lentas en manifestarse, de una contaminación radiactiva. En los mares, ésta propaga la muerte y las enfermedades según el capricho de las corrientes, la corrosión, las condiciones atmosféricas, y pasa, sobre todo, por una multitud de «portadores» vegetales y animales más o menos insospechados, antes de alcanzar al hombre.

Los responsables de los países que poseen energía atómica han imaginado sistemas que declaran muy «seguros» para transformar los residuos radiactivos en ino-



fensivos. Desde 1946 hasta el final de los años sesenta, la Comisión para la Energía Atómica de Estados Unidos ha recurrido, en varias ocasiones, al almacenamiento en aguas profundas del Atlántico o del Pacífico. Consideraba este método como seguro y, sobre todo, ventajoso en el plano económico. Los contenedores en los que se sumergían los residuos estaban concebidos para resistir la presión hasta una profundidad de 1.800 metros o más. Se consideraba que los materiales radiactivos dispersos en los océanos a

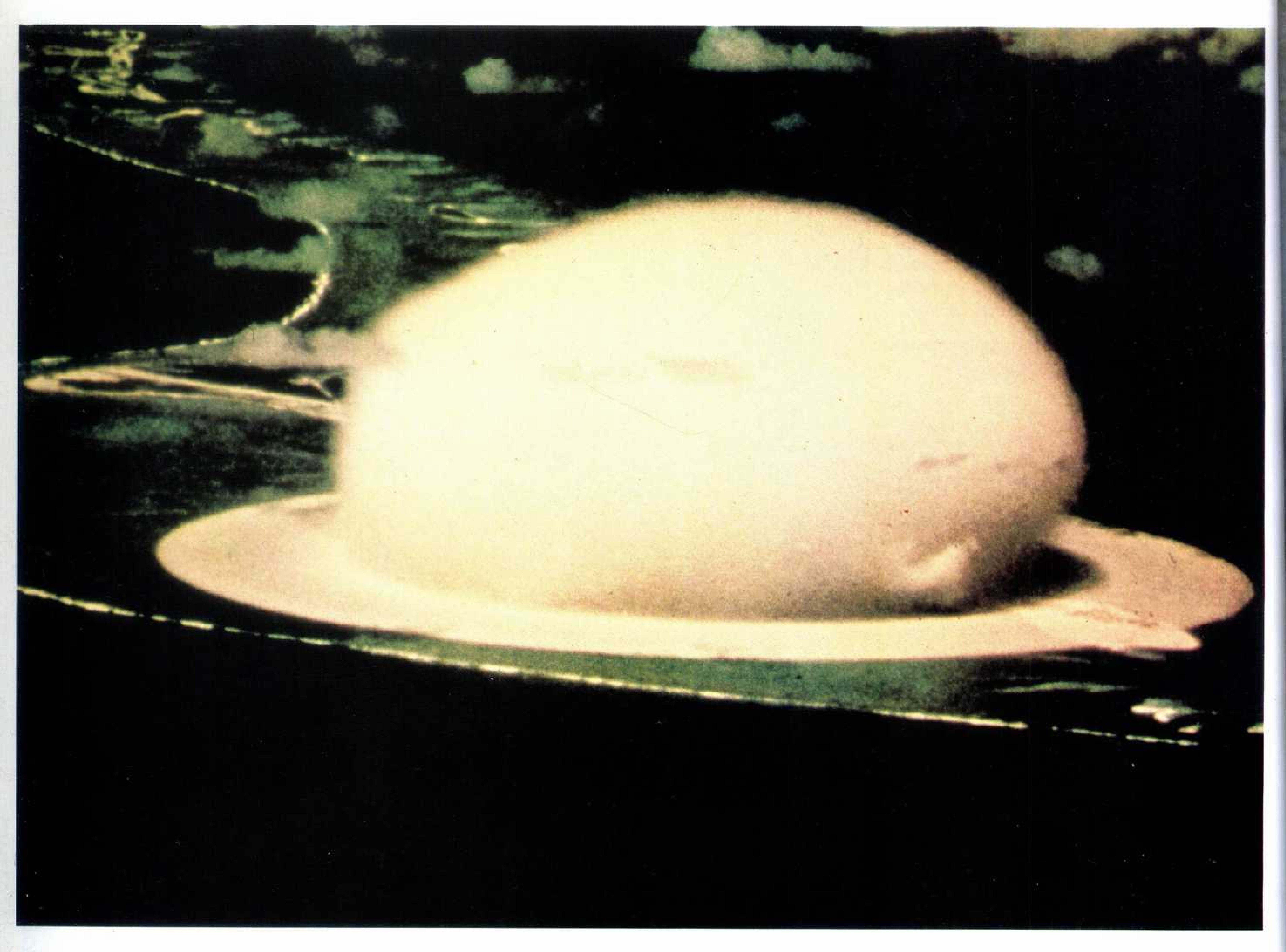


Las pruebas de armas atómicas en la atmósfera (bombas A o bombas H), que se desarrollaron hasta 1963, emitieron importantes cantidades de radionúclidos a toda la biosfera. Se han encontrado trazas de radiactividad hasta en los hielos de la Antártida. Desde el tratado de 1963, firmado por la mayoría de los países (con la notable excepción, en esa época, de Francia y China), continúan únicamente los ensayos subterráneos. Pero éstos tampoco están exentos de peligro.

profundidades superiores a la citada no presentarían ningún problema. Pero los elementos de reflexión aportados por estudios ulteriores ya no permiten estar tranquilos sobre este punto.

Durante décadas, Gran Bretaña ha vertido en el canal de la Mancha los residuos de su central de Harwell, y en el mar de Irlanda, los de su central y su planta de reciclaje de Windscale. Ahora bien, estos dos mares son pocos profundos y están recorridos por fuertes corrientes que dispersan rápidamente las aguas y los venenos que contienen.

En noviembre de 1972, en Londres, varias naciones decidieron proscribir el al-



Sólo una fracción de segundo después del inicio de la reacción en cadena, y antes de la formación del típico «hongo», la explosión termonuclear (bomba H) presenta este aspecto de enorme bola. Las experiencias americanas han tenido lugar en los atolones de Bikini (arriba) y de Eniwetok, en pleno corazón del Pacífico. Más de veinte años después de su total interrupción, estos islotes no son todavía habitables.

macenamiento de residuos de alta actividad en el mar, pero mantenerlo para los residuos de actividad media o baja.


Sin embargo, todo el mundo sabe hoy que la contaminación radiactiva es una de las más peligrosas e insidiosas de cuantas existen. Las dosis de radiactividad a las que es sometido un organismo dado se suman, y sus efectos acumulados se manifiestan no sólo en el individuo que se encuentra directamente involucrado, sino también en su descendencia.

Tras la acumulación de los radionúclidos en sus tejidos, los organismos marinos modifican su distribución en los océanos, contaminando así zonas aún no contaminadas: las migraciones horizontales y verticales de la inmensa mayoría de los animales oceánicos y del plancton provocan la difusión de los isótopos radiactivos; después de su muerte, esos animales van a parar al fondo, donde forman depósitos sedimentarios contaminados.

En este punto hay que tener en cuenta el importantísimo factor denominado «de reconcentración», es decir, la relación que existe entre la dosis de un cierto isótopo en el organismo animal y la dosis de ese mismo isótopo en el medio. Los radionúclidos sustituyen en los tejidos vivos a elementos presentes normalmente, concentrándose. El yodo 131, por ejemplo, reemplaza al yodo no radiactivo y se encuentra en proporciones muy importantes en las algas; pasa seguidamente al organismo de animales que se alimentan de algas, que son a su vez devorados por carnívoros, los cuales pueden acabar en una boca humana. Las algas concentran también, preferentemente, el plutonio. El estroncio 90 sustituye al calcio en huesos de peces, conchas de moluscos y caparazones de crustáceos.

El estudio de las consecuencias de la acumulación de tales radionúclidos en los organismos marinos es inquietante. Entre los que más reconcentran la radiactividad, y la reintroducen más activamente en las cadenas alimentarias, hay que citar a los crustáceos eufausiáceos y copépodos, los radiolarios y las diatomeas, etc. Estos seres vivos, a veces minúsculos pero que pululan, son importantes vehículos de materiales radiactivos en los océanos, a causa de sus amplias migraciones y del papel fundamental que ocupan en la alimentación de numerosos animales, desde pececillos hasta ballenas.

Mucha gente piensa aún que la solución de la crisis y de nuestros males reside en la construcción del mayor número posible de centrales nucleares. Pero, además de su vulnerabilidad ante los terremotos o las guerras (incluidas las convencionales), esas centrales producen residuos que deberán ser eliminados de una u otra forma. Pero... ¿dónde.



LA DESTRUCCION DE LAS COSTAS

Un testimonio desolador





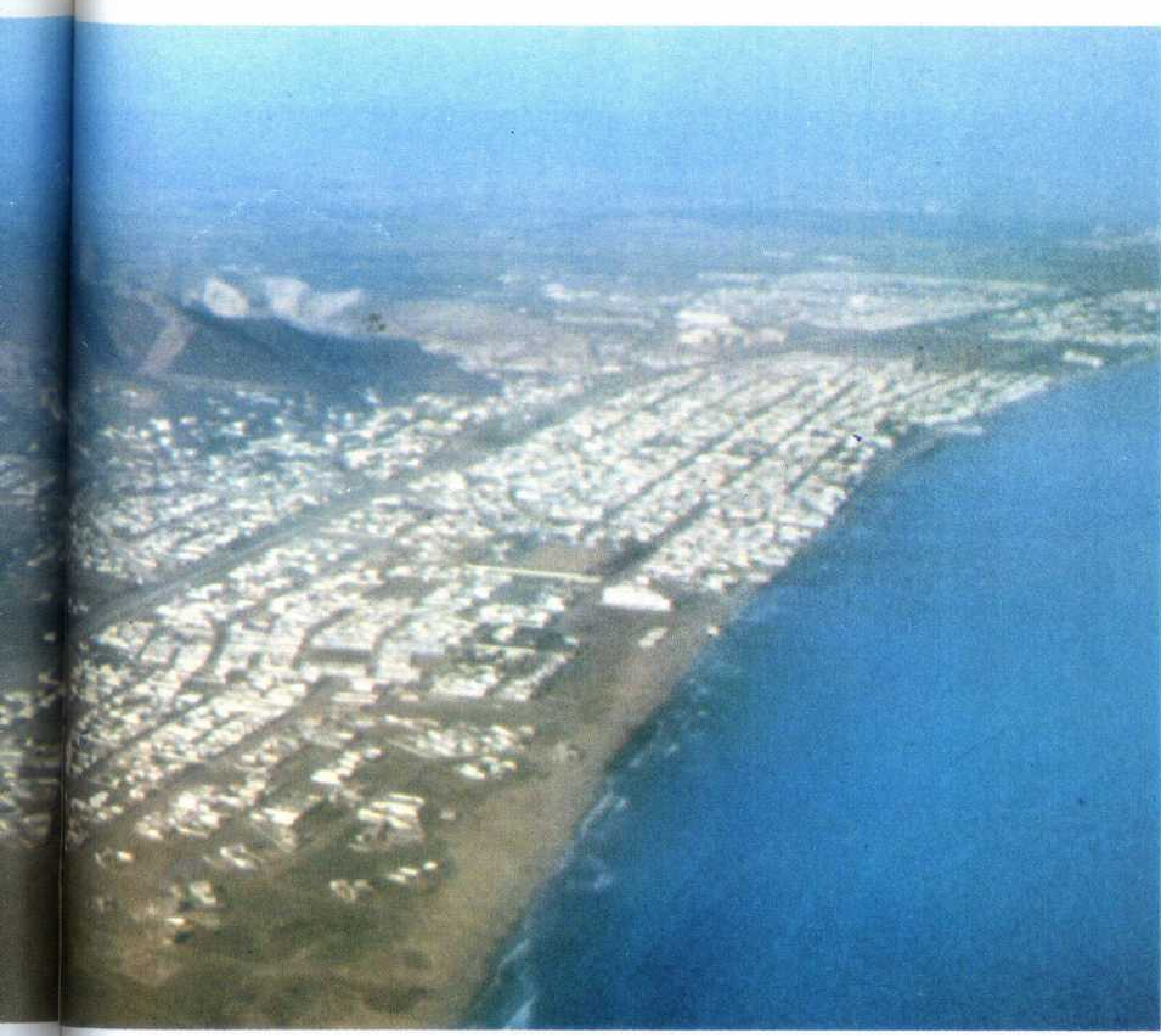
VOY progresando perezosamente en el agua tibia a pequeños aletazos. Una profunda impresión de bienestar me invade. A través de mis gafas, el fondo arenoso gris claro va desfilando entre las rocas cubiertas de algas, esponjas y gorgonias.

Se me ocurre de repente la idea de establecer el inventario de los objetos que desnaturalizan este rincón del Mediterráneo: botellas de soda y de cerveza, cuatro latas de conservas oxidadas, una caja de cartón deshecha (que, por lo menos, se degradará rápidamente), unos bidones de plástico que han perdido su etiqueta, pero que contenían sin duda lubrificantes, una zapatilla de gimnasia y una bota de caucho (los zapatos perdidos en el mar siempre están desparejados), unos trozos de lona, tejas, fragmentos de ladrillo y de cemento, platos y cubiertos de plástico... Hay también trapos, bolsas de plástico de supermercado, un tubo de equipo de submarinismo podrido, trozos de redes de nailon, flotadores de polietileno, un barreño de hojalata de la última guerra, unas gafas de sol, esprays de laca y de aceite bronceador...

Me detengo aquí asqueado por este repugnante inventario, y me prometo a mí mismo una vez más no volver a estos parajes que se parecen más a un basurero que a un biotopo marino. Me sumergiré sólo cuando pueda hacerlo en aguas limpias, si es que éstas aún existen.

Siento cada vez menos el deseo de sumergirme por puro placer cerca de las localidades turísticas o de las rutas marítimas frecuentadas por los cargueros o los paquebotes. El estado del fondo me desespera. La suciedad reinante me hiere. El propietario de un pequeño trozo de costa de una isla del mar Tirreno me ha contado que tiene que hacer limpiar todos los años su miniplaya: debido a los vientos dominantes y a las corrientes, todos los desechos tirados en alta mar acaban varándose en ella. No se trata sólo de trozos de madera, algas, posidonias o erizos, que el mar deposita desde siempre en las costas, sino también de quintales de botes, de bidones de plástico, de neumáticos, de enormes pelotas de alquitrán, de algas pegadas por el petróleo...

¿Para qué estas descripciones? Todos tenemos ojos para verlo... Los desechos tirados al mar desde los barcos no son los únicos en destruir y desfigurar nuestras costas. El que haya tenido ocasión de visitar el mismo pueblo, primero en primavera y luego al final del verano, podrá observar la cantidad de desperdicios que miles de «amantes del mar» han abandonado en las costas y los fondos. Las



bahías y las playas que la fuerza de las tempestades habían librado de sus inmundicias y casi limpiado en invierno, están en otoño otra vez llenas de desperdicios. Antes de abandonar el lugar, algunos turitas han «olvidado» simplemente sus bolsas de basura; otros, más «limpios», más cuidadosos, las han escondido detrás de una roca, bajo un pino o un enebro, o en medio del matorral mediterráneo, justamente famoso por su aroma.
Estos turistas «cuidadosos» estiman sin duda que al haber escondido sus desperdicios, quedan absueltos de la falta de no haberlos llevado hasta los recipientes dispuestos para este fin. Testimonio desolador…

Se habla mucho de la contaminación de los mares. Es verdad que es grave localmente. Pero lo que aprendimos en el transcurso de la misión Medpoll *del* Calypso*, en el Mediterráneo en el año 1977, fue que, más que la contaminación, la destrucción directa y el saqueo ponen en peligro la supervivencia de los ecosistemas acuáticos. Cuando se construye en la costa (a la izquierda), el hombre daña irremediablemente las comunidades vivas terrestres, litorales y marinas.*





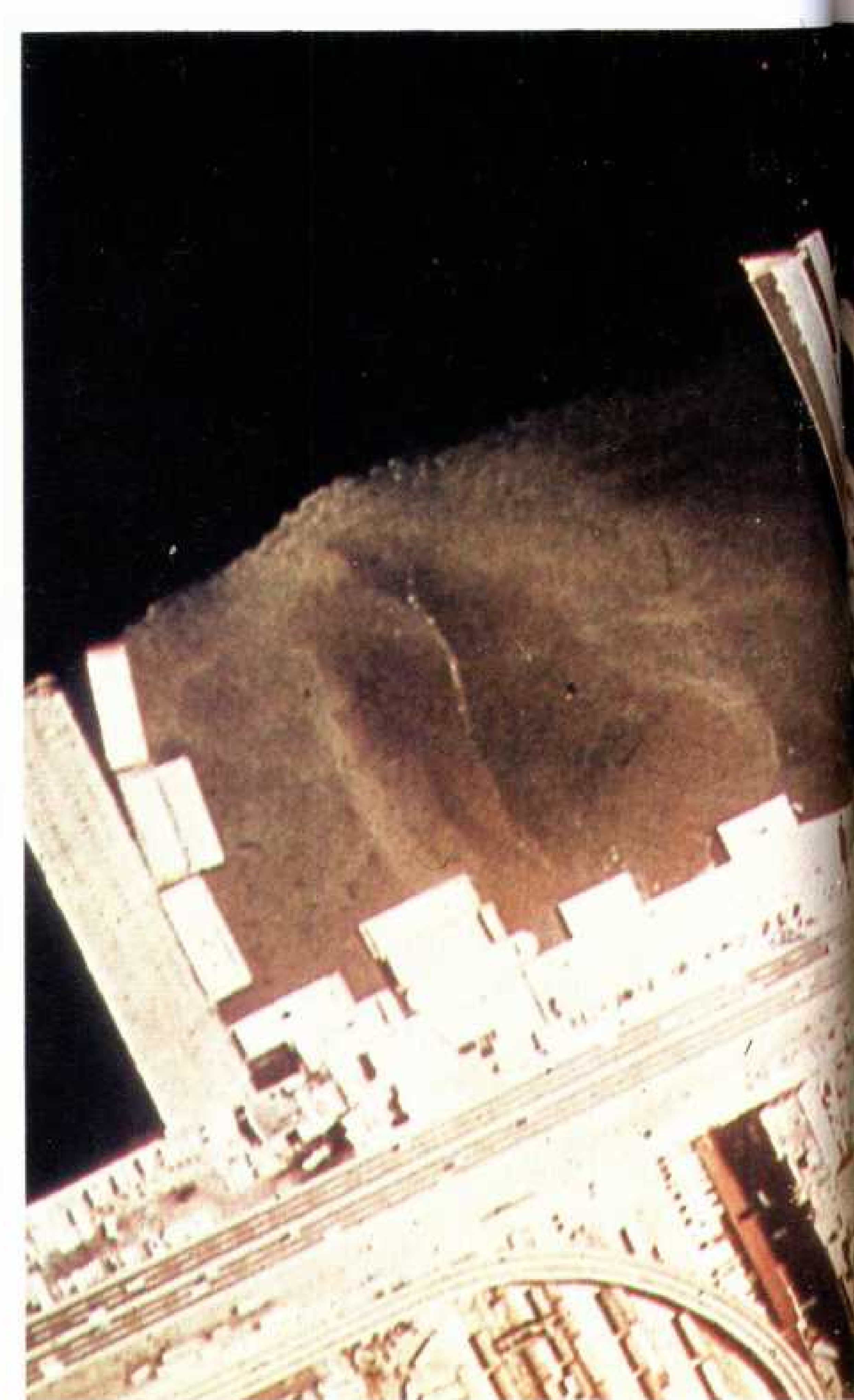
Las grandes aglomeraciones



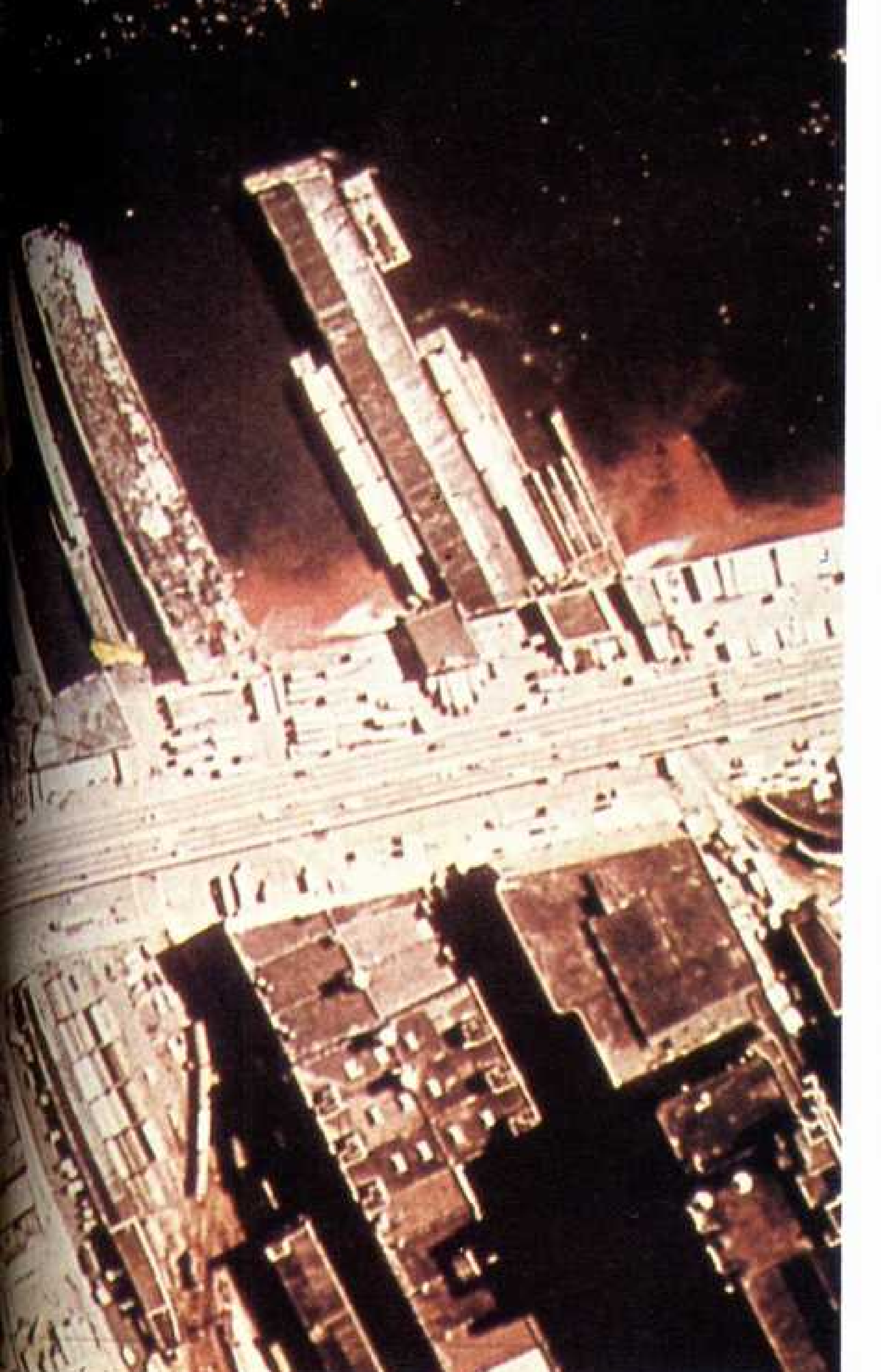
DESDE la antigüedad, el hombre ha construido ciudades al borde de las costas y de los ríos navegables. Las razones de este hecho son numerosas y varían de una región a otra. El motivo más frecuente es el comercio. A veces, las necesidades defensivas son determinantes, como ocurrió en el caso de Venecia. Los fundadores de la ciudad de los duces escogieron la laguna como defensa natural e instalaron en el islote de Rialto el primer núcleo de villa.

Hasta hace poco, los asentamientos portuarios eran de reducidas dimensiones. En la actualidad, en todos los países que poseen una fachada marítima, la población se desplaza desde las zonas rurales del interior hacia los centros urbanos de la costa. Incluso en los países totalmente continentales asistimos a una migración desde el campo y desde los pequeños centros rurales hacia las grandes ciudades asentadas junto a los grandes ríos o a los lagos. El comercio marítimo se ha desarrollado muchísimo en el último medio si-









Estos tres grandes puertos, fotografiados desde satélite (serie de arriba) son, de izquierda a derecha: Nueva York, San Francisco y Tokyo (abajo: Nueva York y San Francisco). Dan una imagen elocuente de la doble actividad destructora del hombre: el saqueo y la contaminación. El saqueo comprende todas las rectificaciones de las costas, la excavación de nuevos estanques, la conquista de nuevas tierras a costa del mar, etc.

glo. Las industrias necesitan abastecimientos y mercados fáciles y poco costosos. El agua ejerce una especie de potente atractivo para el hombre. Siempre tuvo una gran importancia para la elección de los emplazamientos en los que fundar las ciudades. Tokyo, París, Nueva York, Shanghai, Los Angeles, Londres, Leningrado, Hong-Kong, El Cairo, México, Río de Janeiro, Calcuta, Buenos Aires, Rotterdam, Sydney, etc.: las mayores ciudades del mundo están situadas en una costa, junto a un gran río navegable o a un lago. ¿Qué significaba y qué representa para el medio marino la presencia de millones de individuos, con sus casas, sus fábricas, sus barcos y sus alcantarillas? La respuesta es muy sencilla: la muerte y la destrucción. En primer lugar, un comercio y una industria desarrollados necesitan gigantescos puertos. La construcción, la ampliación y el mantenimiento de un gran puerto industrial y comercial con-



Las plataformas de perforación de petróleo situadas en la misma costa (abajo y página de la derecha) presentan numerosos inconvenientes. En caso de accidentes, la marea negra es inevitable. Cuanto más mar adentro estén situadas, mayor es la profundidad de perforación y menos se puede intervenir para colmatar una posible fuga. Los petroleros ya han empezado perforaciones a más de mil o incluso a dos mil metros. Es, en el estado actual de la técnica, un crimen contra el medio ambiente.

lleva movimientos de tierra, desescombros, construcciones de diques y continuos dragados que trastornan las costas y la ecología de una gran zona marina. Los detritos de los dragados se vuelven a sumergir a unas pocas millas del lugar del que proceden. Son el origen de una serie de perjuicios, el primer y más evidente de los cuales es la acumulación de una gran cantidad de sedimentos en la misma área. Las algas y las plantas marinas que constituyen la base de la cadena alimentaria son ahogadas. Hay que añadir a todo esto la destrucción de huevos y de larvas, la reducción generalizada de los recursos alimenticios, la desaparición de los microorganismos y del plancton y la introducción de materiales extraños tóxicos. La turbiedad provocada por las partículas sedimentarias en suspensión constituye un daño permanente para la vida marina. Tiene como consecuencias una penetración menor de lo normal de la luz solar, un descenso del rendimiento de la fotosíntesis tanto del plancton como de las algas y de las plantas, la desaparición de algunas formas de vida vegetal y animal, y la disminución del oxígeno del agua. Estos son los primeros efectos de la sobrepoblación de las costas. Pero todavía hay más.




PRIVATE PROPERTY
TRESPASSING-LOITERING
FORBIDDEN BY LAW

Alcantarillas e inmundicias

UNA gran ciudad produce una cantidad impresionante de desechos. Los residuos líquidos (aguas domésticas y aguas fecales) se vierten a veces directamente a los ríos, y después al mar, mientras que los residuos sólidos se acumulan en enormes basureros a cielo abierto.

Las aguas de los ríos y de los mares ya no consiguen «digerir» y purificar las aguas fecales, demasiado abundantes, que reciben, y las montañas de basuras son demasiado altas y extensas como para no constituir un peligro para la higiene humana. Se ha calculado, por ejemplo, que un habitante de Roma produce alrededor de 800 gramos de residuos sólidos al día, y uno de Nueva York, unas ocho veces más, es decir, por encima de los seis kilógramos.

Cada jornada se vierten al mar, después de un tratamiento más o menos completo, 16 millones de metros cúbicos de aguas residuales procedentes tan sólo de la ciudad de Nueva York...

Hay que hablar del tratamiento. Casi todas las comunidades nacionales se han provisto de reglamentaciones que obligan a tratar las aguas sucias antes de que lleguen al mar. Al menos en teoría, ya que hay que añadir que estas leyes no se aplican puntualmente. En muchos casos, su eficacia resulta discutible. De cualquier forma, es raro que las aguas sucias, aunque hayan sido tratadas, no provoquen daños a los ecosistemas. Son a menudo demasiado ricas en sustancias nutritivas. Comprometen la supervivencia de organismos que habían colonizado la zona en la que son vertidas. Se ha constatado además que algunas bacterias resisten todo tipo de tratamientos.

Los pueblos turísticos, los balnearios más o menos ilegales, los campings y otras mil implantaciones humanas escapan durante años a cualquier tipo de control, y producen durante estos períodos daños irreversibles a las zonas a las que llegan los desechos. No olvidemos que las aguas residuales producidas por las comunidades humanas contienen gran cantidad de detergentes.

Realicé hace años una investigación biológica en una costa mediterránea en la que una planta de aluminio descarga desechos químicamente inactivos. En platillo de inmersión estudié con las cámaras los efectos de los vertidos inertes sobre la flora y la fauna. Observé perfectamente que no había ningún efecto químico directo sobre los animales y las plantas (envenenamiento). Sin embargo, la destruc-





Las grandes refinerías (abajo) son el origen de diversas contaminaciones (hidrocarburos, metales pesados, etc.). Los vertidos de las alcantarillas (arriba) aportan al mar detergentes y gérmenes patógenos.

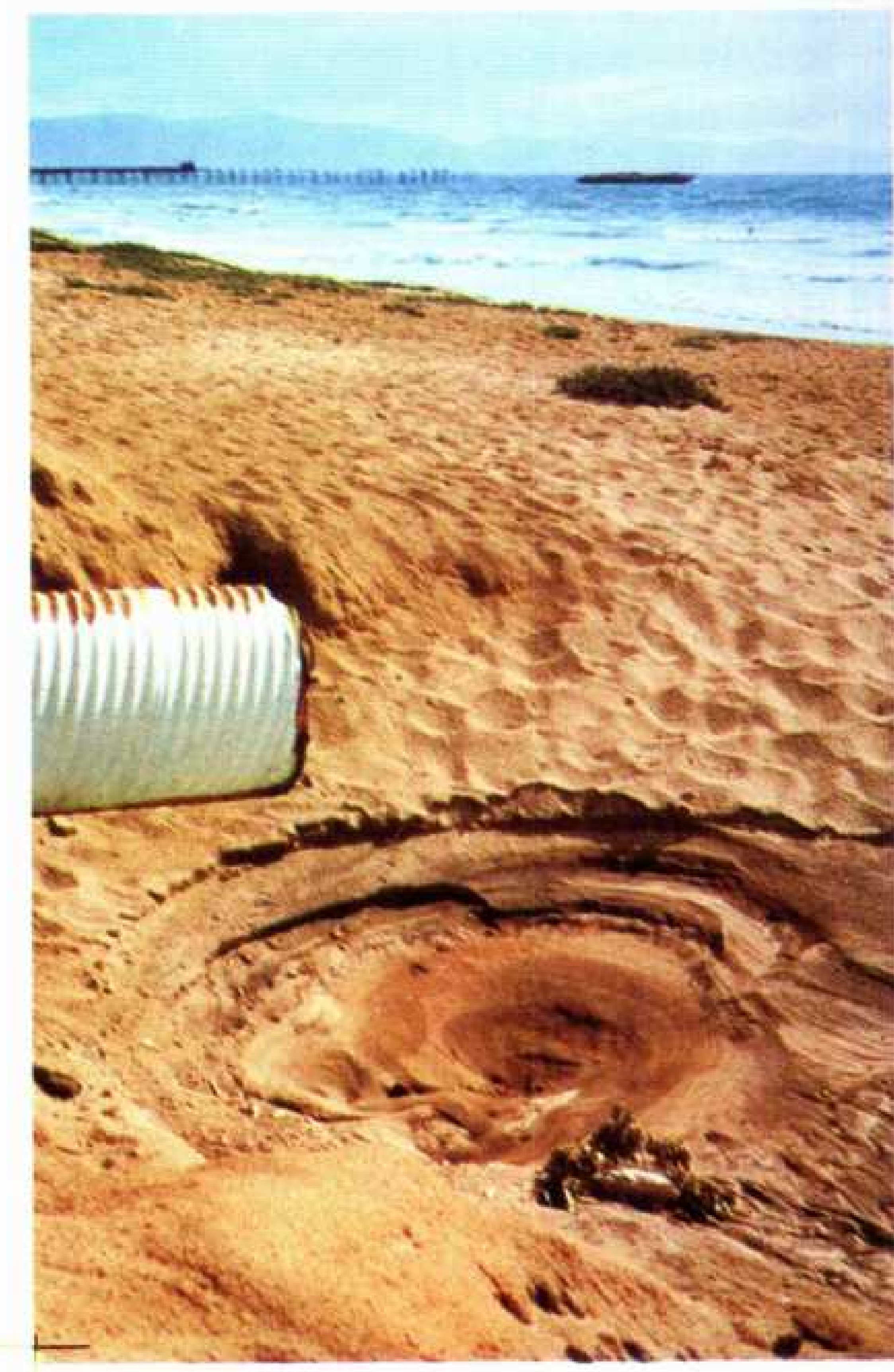
ción mecánica, provocada por la enorme cantidad de sedimentos considerados «inofensivos» del lavadero, ya había cubierto grandes zonas del fondo. Era alarmante.

He podido hacer constataciones similares cuando estuve en Nueva Caledonia buscando el famoso nautilo, ese molusco de gran concha en espiral roja y blanca, un verdadero fósil viviente. En kilómetros de arrecife, los bancos de corales habían sido ahogados, matados por los sedimentos de las minas de níquel. El coral es muy sensible a la turbiedad del agua, y, por lo tanto, a todos los aportes sedimentarios, aunque no sean tóxicos. Necesita para poder subsistir aguas muy transparentes, ya que vive en simbiosis con algas microscópicas, las zooxantelas.

Si el agua es enturbiada por los sedimentos, estas algas mueren y el coral se ahoga. Cuando el arrecife muere, los procesos erosivos se aceleran y todo el ecosistema se ve afectado. Asistimos entonces a la ruina de las innumerables formas de vida que cobija.

La muerte del coral entraña la de un biotopo palpitante de vida y belleza, que no podrá reconstituirse antes de muchísimos años, y cuyo equilibrio será siempre precario.





El biotrón marino





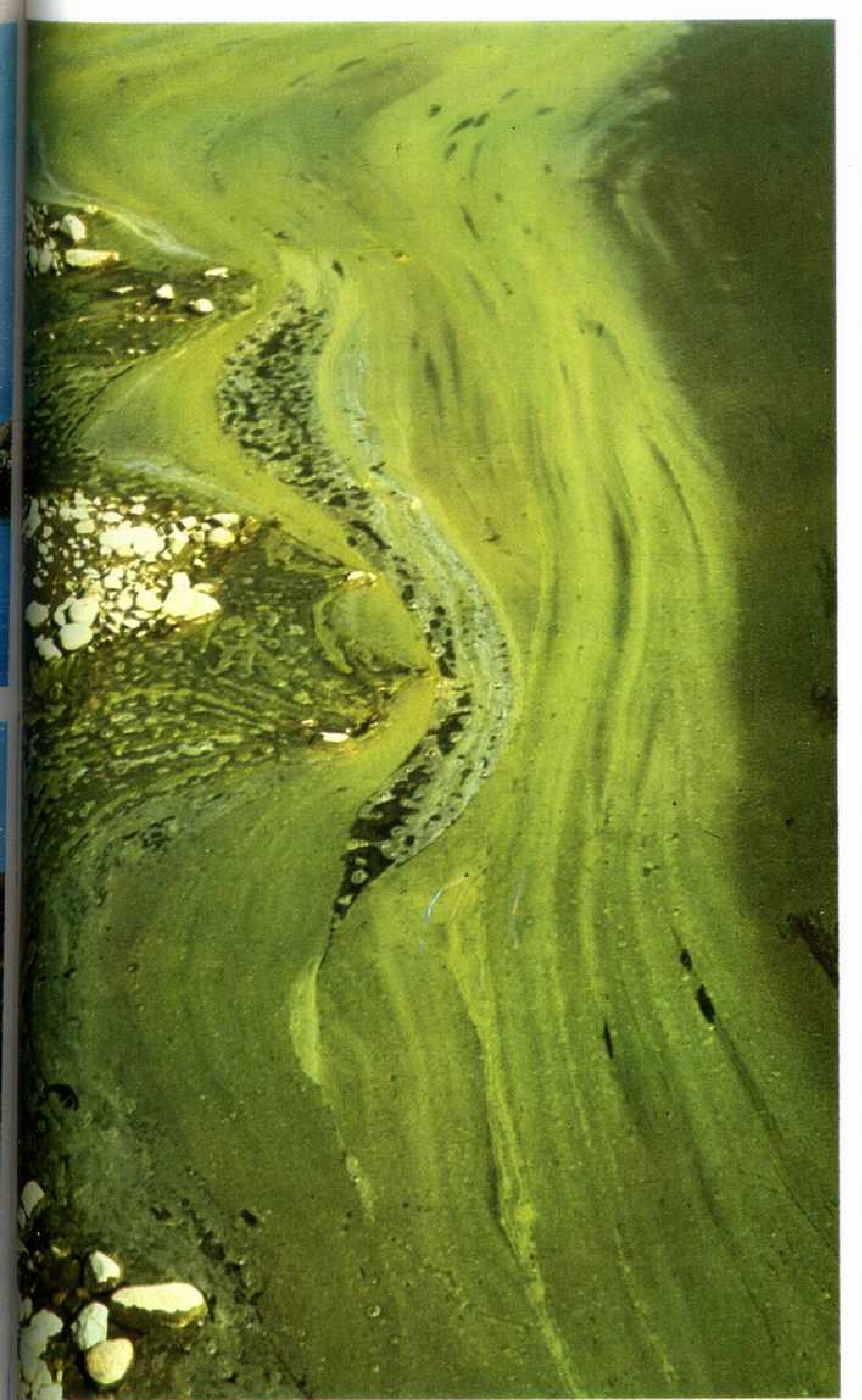


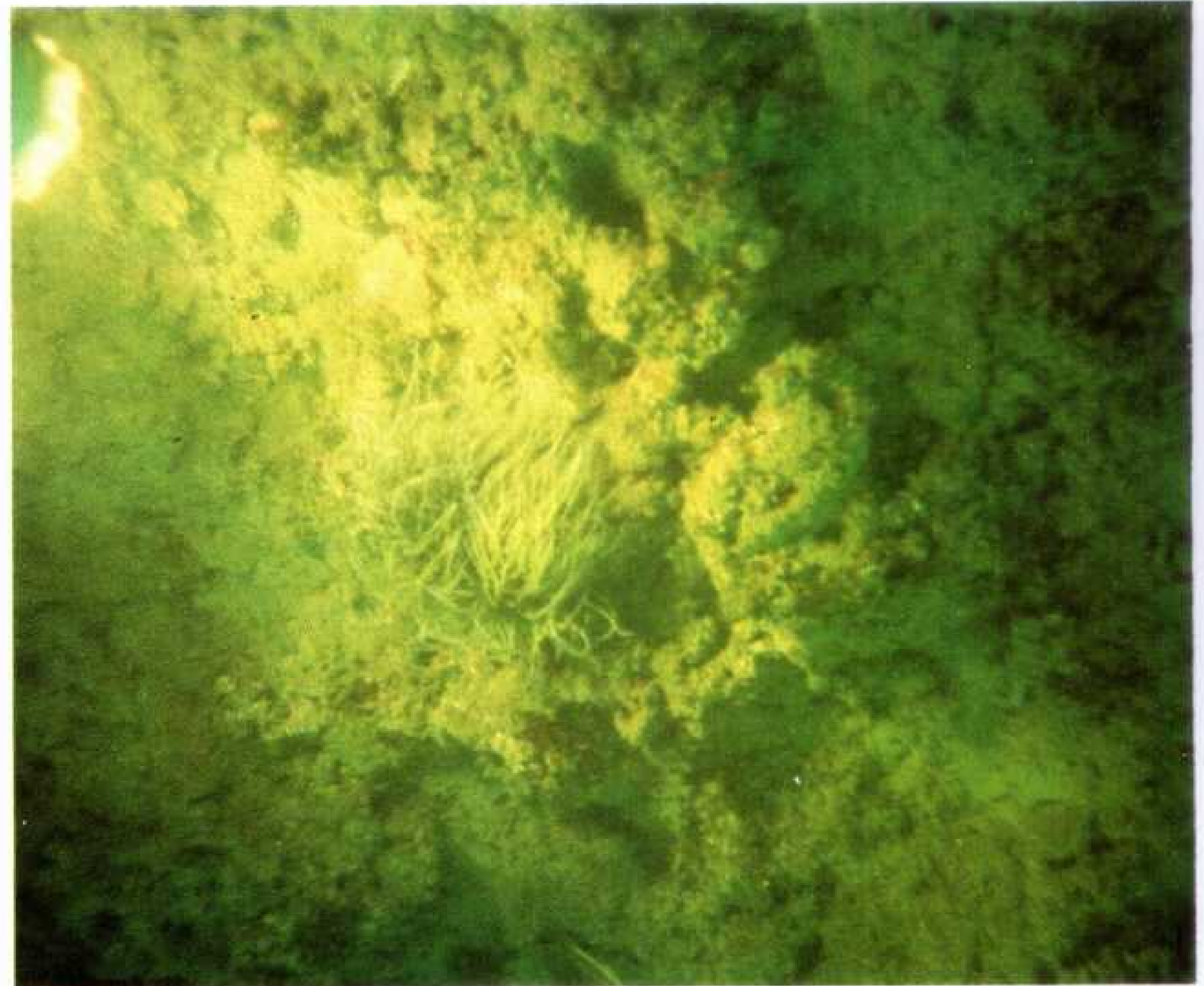
HAN pasado muchos años desde esa época, pero cada vez que hablo de la destrucción de las costas vuelvo a pensar en mi proyecto de biotrón marino, que no salió nunca a la luz por culpa de la especulación inmobiliaria.

Ocurría en 1960. Tres años antes había sido nombrado director del Museo Oceanográfico de Mónaco.

El proyecto que más me apasionaba era el del biotrón marino. Lo había concebido como una zona marina de 10 kilómetros cuadrados frente al museo, que habría sido abierta a los turistas y a los pescadores. Habría funcionado como centro agronómico experimental. En este perímetro hubiéramos medido sistemáticamente la productividad del medio submarino, construido refugios artificiales para los peces y los crustáceos, dispuesto algas naturales o de plástico (según las necesidades de nuestros experimentos), creado corrientes, estudiado los rendimientos de la fotosíntesis y distribuido alimentos de distinto origen a los animales de cría para confrontar luego los resultados obtenidos de esta manera a los de zonas contiguas dejadas en estado salvaje.

Nuestro laboratorio concibió maquetas de refugios artificiales para los peces y los crustáceos. Elaboramos proyectos de sistemas controladores del conjunto de los datos que, según nuestras previsiones, habrían sido responsabilidad de los buceadores en escafandras autónomas. Concebimos vehículos submarinos adaptados a estos trabajos e instrumentos automáticos, entre ellos un sistema de televisión en circuito cerrado conectado al museo. Escogimos la zona marina que nos parecía más adecuada, tanto en cuanto a medio submarino como en relación a la sala de control del museo. Al pie del famoso peñasco sobre el que se levanta el museo, la profundidad del agua es de 16 metros;







El hombre no cesa de modificar su medio ambiente. La excavadora (página de la izquierda, arriba) es uno de los ingenios más destructores. Preciosos paisajes naturales (página de la izquierda, debajo) son destrozados, y los biotopos costeros aniquilados (página de la izquierda, en el centro). Ricos arrecifes de algas incrustantes, de hidrozoos y de corales (en esta página, abajo, a la derecha) se transforman en lodazales casi abióticos (sobre estas líneas y arriba, a la derecha).

al dirigirnos mar adentro, el fondo desciende con bastante rapidez. El límite inferior del biotrón debería haberse situado a unos 300 metros. Cerca de allí, un cañón submarino aseguraba la presencia de especies interesantes.

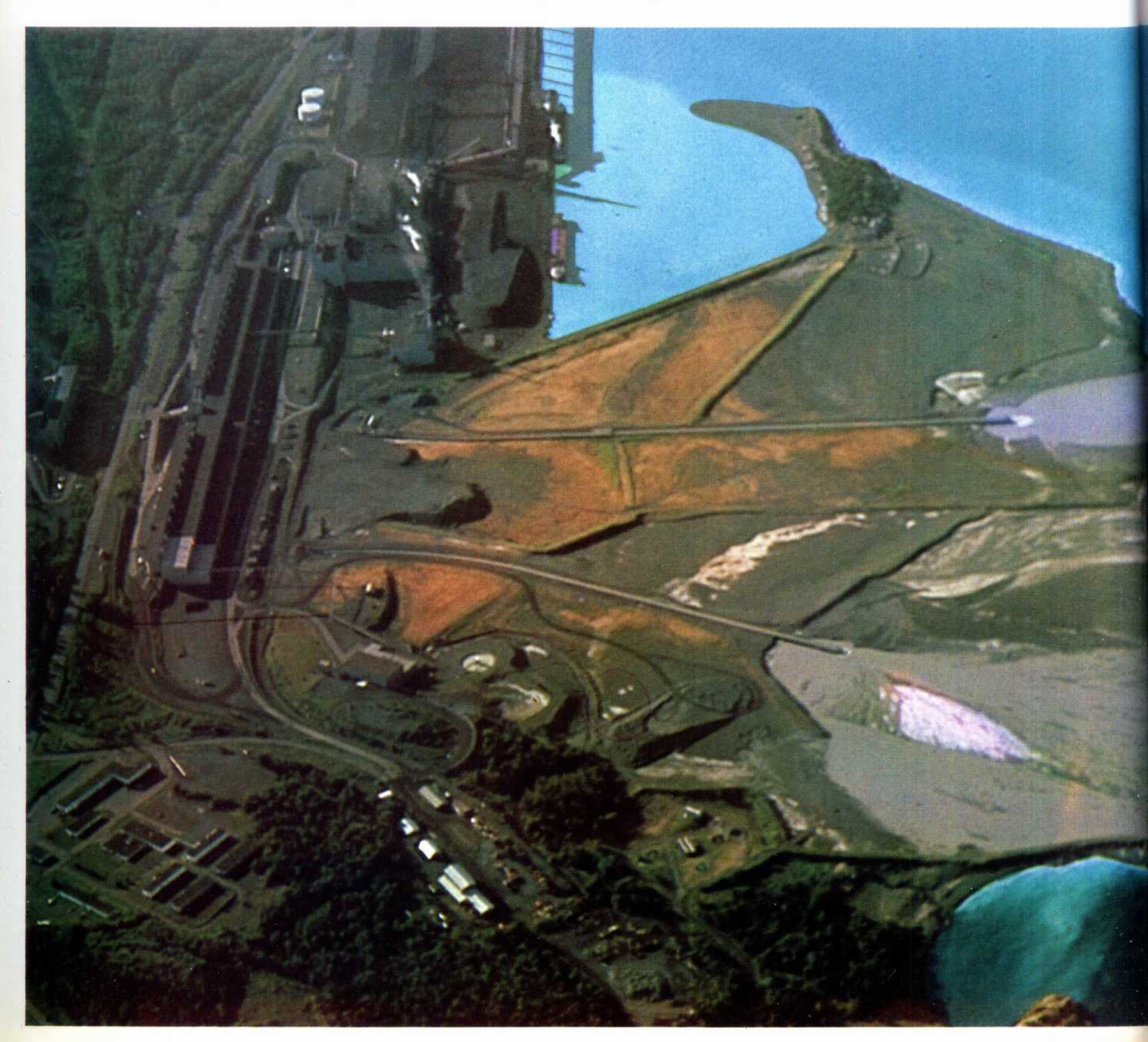
El placer de imaginar y la excitación de crear este proyecto duraron muy poco, por desgracia. Ese mismo año, 1960, la zona que habíamos escogido se transformó en un infierno de ruido y de polvo: durante meses, filas ininterrumpidas de camiones vertieron material de terraplén en el mar, en Fontvieille y en la playa de Mónaco, es decir, ¡en los dos flancos del biotrón que proyectaba! El principado, en pleno *boom* inmobiliario, había decidido ganar espacio al mar, aumentando su exiguo territorio a costa de las aguas. Las posidonias, las algas, y el conjunto del bentos fueron asfixiados. Los huevos y las larvas se ahogaron. Los peces, los crustáceos y los moluscos se vieron obligados a emigrar.

Era la época de los grandes proyectos inmobiliarios en el litoral de la Costa Azul. La época de los «edificios en primera línea de playa». Se construía en cualquier sitio y de cualquier manera. A kilómetros de la costa, el agua estaba turbia debido a las toneladas de tierra que se vertían en ella, movidas por las excavadoras que cavaban los cimientos de los chalés, de los hoteles, de las villas turísticas, de los nuevos puertos deportivos y de los embarcaderos.

Mar adentro aparecían bandas oscuras, iridiscentes, allí donde los barcos habían descargado toneladas de tierra aceitosa. Las aguas marinas se despoblaron rápidamente en toda la región. En el transcurso de nuestras inmersiones de control nos encontrábamos rara vez con los organismos que allí se cobijaban anteriormente. Nos preguntábamos si la vida volvería algún día a instalarse en los nuevos sedimentos. Por supuesto, nuestro proyecto de biotrón fue archivado. Veo en ello un símbolo: representaba el camino de la promoción real del mar, la que incrementa su productividad vital. Fue arruinado por la potenciación del valor ficticio, imprevisor, salvaje —financiero— del Mediterráneo.

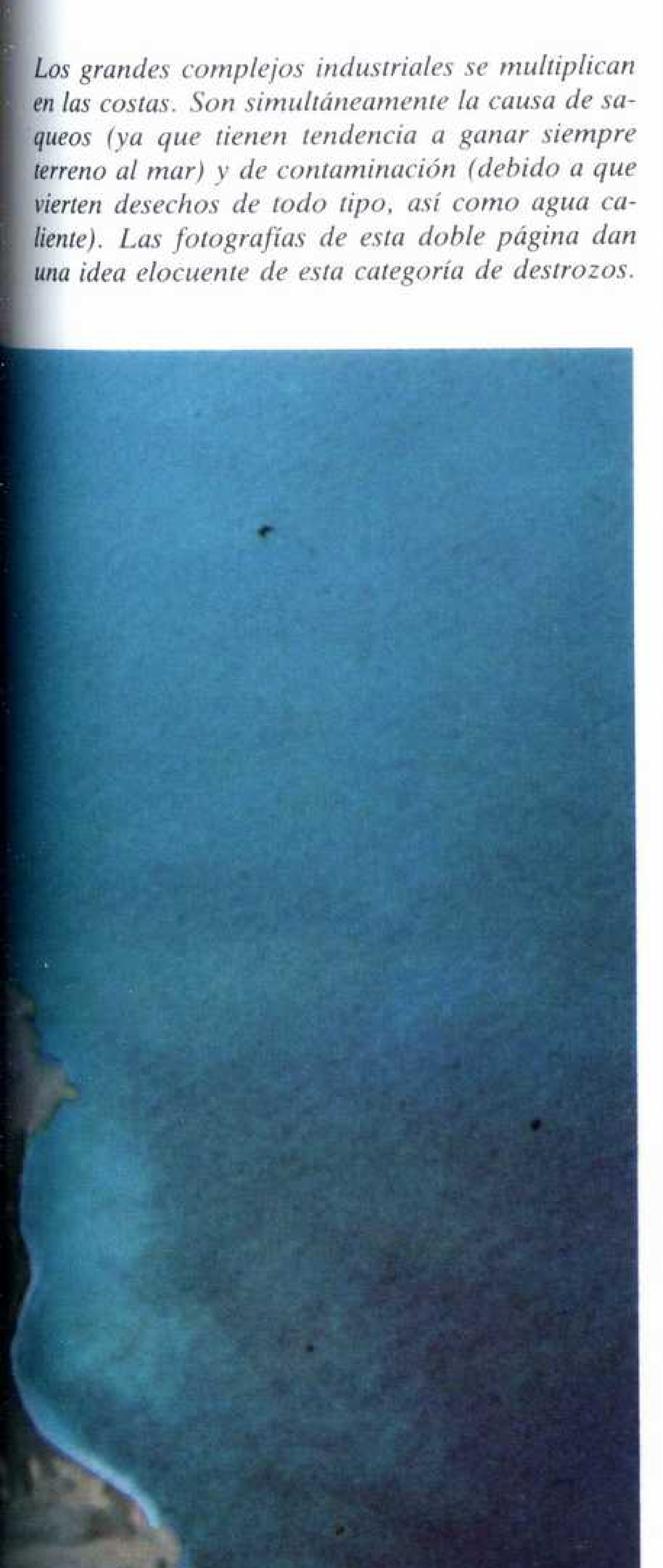
Albuferas, lagunas y marismas costeras

El saneamiento de las marinas no es una invención reciente. Encontramos pruebas de ello en las excavaciones, sobre todo en Italia, donde aun antes de los romanos, los etruscos habían perfeccionado las técnicas del drenaje. Sabemos que el núcleo original de la ciudad de Roma se construyó sobre una colina situada entre las extensiones montañosas desecadas por los primeros etruscos de la villa.
Las marismas no tienen buena reputación. Su existencia priva a los hombres de terrenos que podrían ser cultivados o construidos. Pero fundamentalmente cobijan a ciertos animales dañinos, en particular a los mosquitos, los dípteros que inoculan esa plaga que fue y sigue siendo la malaria, o paludismo. Ya que se podían desecar las marismas, se planteó por qué no desecarlas todas. Y se emprendió la tarea con ahínco. De hecho, el hombre no comprendió durante siglos (ni ha intentado comprender) el interés esencial de estos hábitats, la función que desempeñan en el mantenimiento del equilibrio ecológico de grandes regiones.
En un medio natural tan complejo como el de las marismas, el frágil equilibrio establecido entre las especies permite la supervivencia de todas, sin que ninguna domine claramente a las otras. Las poblaciones de especies denominadas «dañinas» son controladas por las especies llamadas «útiles»: los insectos, por las aves insectívoras; las aves insectívoras, por los mamíferos y las aves depredadoras; los peces herbívoros, por los peces carnívoros y las zancudas, y así sucesivamente. Gracias a sus aguas someras, las albuferas y las lagunas costeras representan un medio ideal para algunas especies que viven en ellas permanente o estacionalmente. Las marismas defienden las tierras internas de la agresión de la sal.
Estas observaciones son válidas para todos los biotopos pantanosos costeros. Son microuniversos llenos de vida y esenciales para el equilibrio ecológico de las franjas de mar y de tierra vecinas. El desecamiento irreflexivo, el relleno de las albuferas con una finalidad agrícola o para la construcción inmobiliaria son, en apariencia, formas de ganar para el hombre terrenos «estériles».

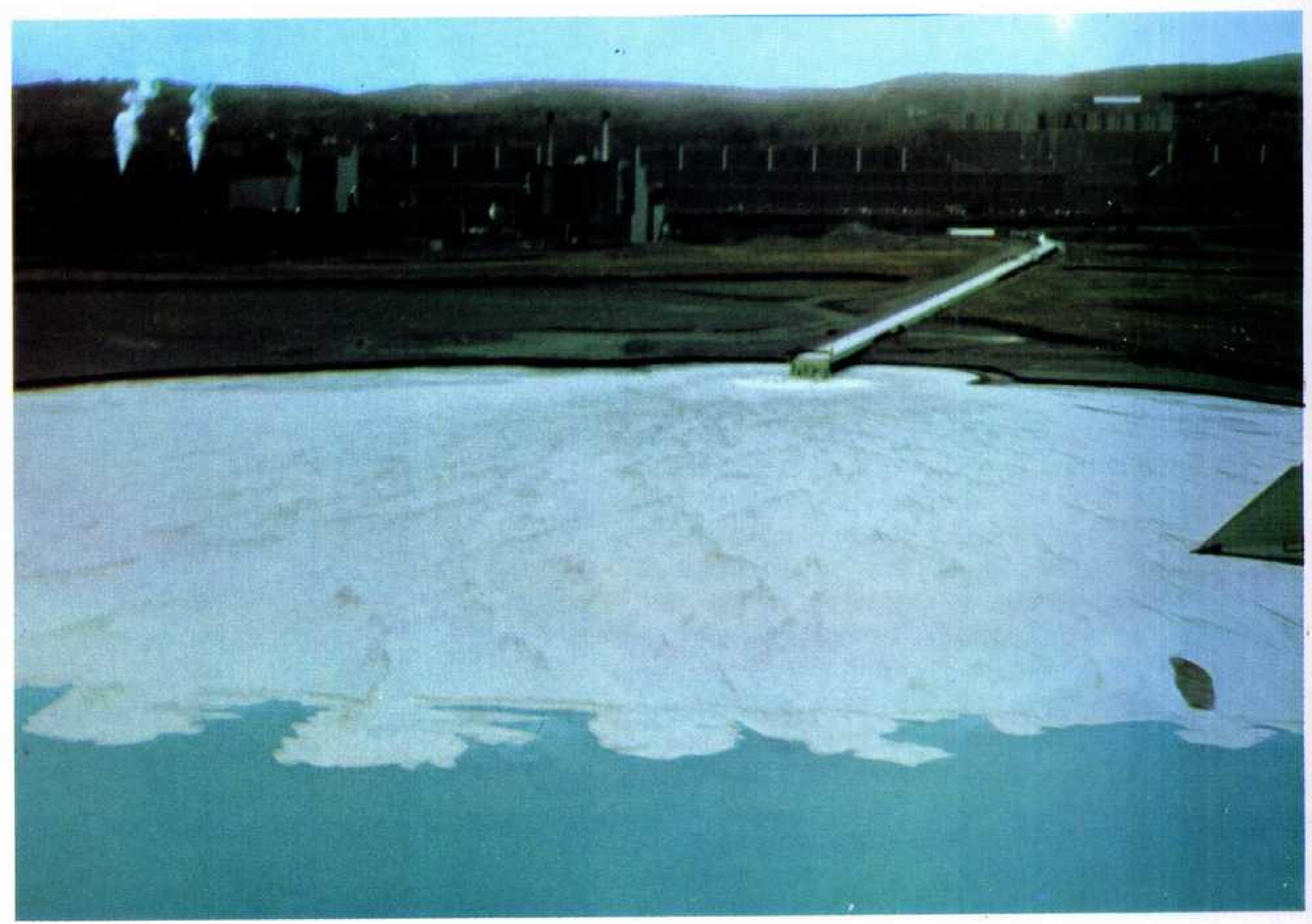


En realidad, estas operaciones conllevan a menudo consecuencias dramáticas. En el interior se asiste, por ejemplo, a la destrucción de los cultivos debido a la desaparición de las aves que controlaban los insectos dañinos. El derrumbamiento de la barrera que limitaba las aportaciones salinas procedentes del mar deriva en la esterilización de las tierras que se creía haber ganado. Por último se deja la vía libre a la erosión.

Los grandes complejos industriales se multiplican en las costas. Son simultáneamente la causa de saqueos (ya que tienen tendencia a ganar siempre terreno al mar) y de contaminación (debido a que vierten desechos de todo tipo, así como agua caliente). Las fotografías de esta doble página dan una idea elocuente de esta categoría de destrozos.







Los daños causados a las dunas costeras por la construcción de carreteras y de vías férreas parecen menos evidentes. Sin embargo, la desaparición del cordón de arena protector a lo largo de la costa tiene consecuencias muy nocivas. El mar daña de forma irreversible los paisajes, y provoca enormes estragos naturales al litoral e incluso al interior. En vez de los cultivos o de la vegetación espontánea que crecía allí, enriquecida por la cercanía del mar pero protegida de las olas por la barrera de dunas, aparece una zona semidesértica y móvil. La considerable salinidad mata los vegetales. La costa es erosionada asimismo por las olas de las tempestades, que ya no se encuentran con la resistencia de las dunas anteriormente fijadas por las raíces de las plantas de arenófilas que crecían en ellas. Para mantener en buen estado las carreteras y las vías férreas hay que gastarse cantidades importantes. Pero el paisaje degradado ha quedado irrecuperable para siempre.

El veneno de los ríos



Muchos animales marinos se reproducen en las zonas cercanas al litoral, en las áreas protegidas de las bahía y estuarios. Pero estos lugares son también los más buscados por el hombre, ya que constituyen puertos naturales.

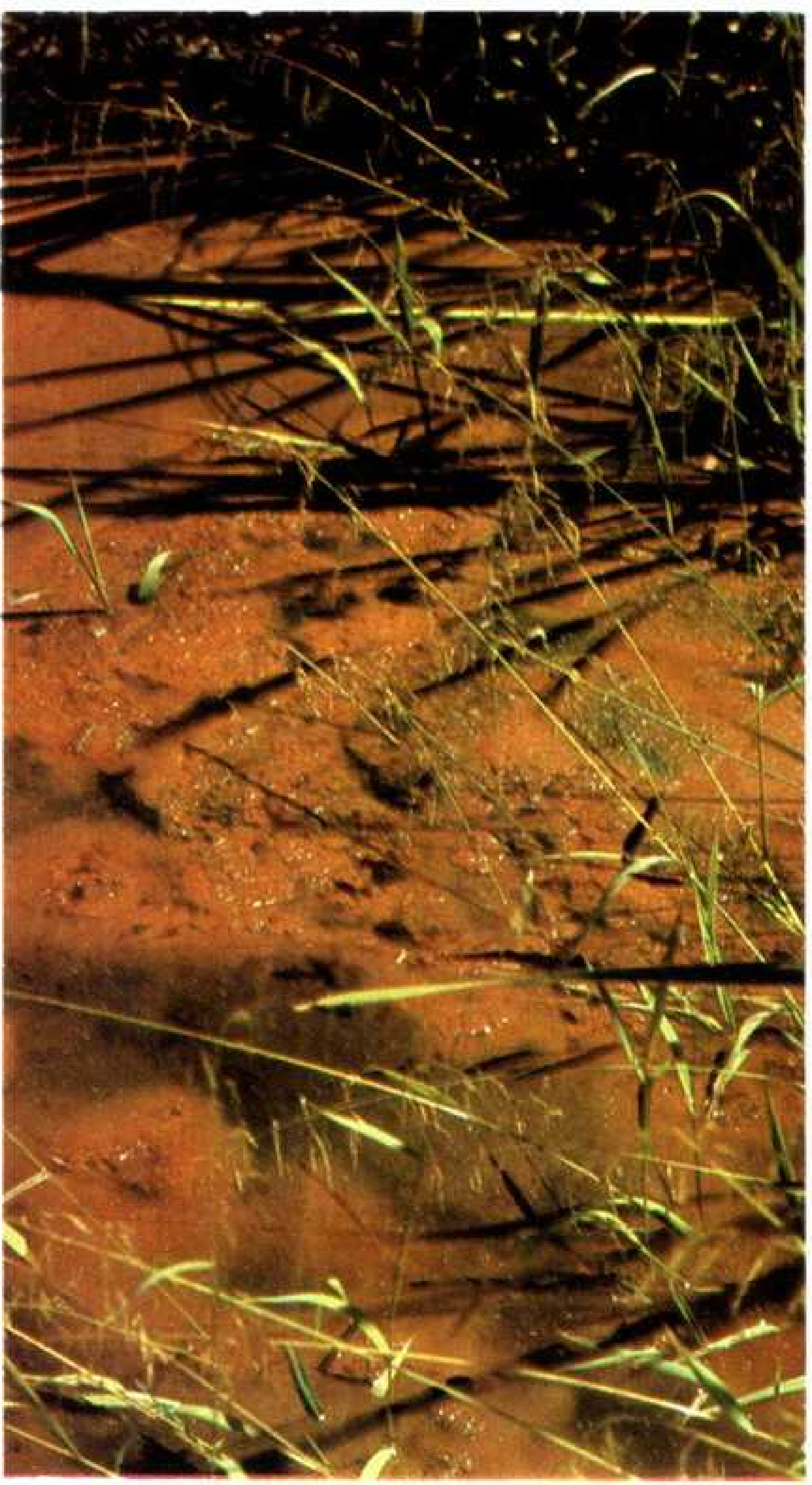
Los estuarios son ambientes intermedios ricos pero frágiles. Los ríos vierten en ellos, a veces a kilómetros de distancia de las costas, los aluviones y la materia orgánica que han arrancado a los continentes. Los ríos contribuyen, por lo tanto, al enriquecimiento de las áreas costeras y a la explotación de la vida en las zonas que riegan. Son los vasos sanguíneos del mar. Por supuesto, si están contaminados, su papel pasa de beneficioso a negativo. En vez de ser las arterias alimentarias de los océanos, se transforman en las alcantarillas de los continentes. Un desastre que, en aquella época llamó mucho la atención, ocurrió en España, en la reserva del Coto de Doñana, en el golfo de Cádiz. Este medio protegido cubre unas 32.000 hectáreas y cobija en especial a muchos peces procedentes de todo el Atlántico norte, que invernan allí entre los juncos de las marismas. Miles de aves, tales como espátulas, garzas, garcillas, flamencos, fochas, agachadizas, gaviotas, patos de todo tipo, etc., hacen escala en Doñana en el transcurso de sus migraciones anuales entre Europa y Africa.

En 1973, estas aves empezaron a morir. Murieron unas 35.000, incluidos varios cientos de espátulas; estás últimas, muy escasas ya en Europa, estaban nidificando. El examen de los cadáveres reveló la presencia de gran cantidad de cloro en sus tejidos. Como se habían fumigado toneladas de insecticidas a base de cloro sobre los arrozales que rodeaban la reserva, la causa del desastre era evidente. Los ca-





Las aguas interiores (ríos, lagos, aguas subterráneas e incluso el más pequeño arroyo) están también contaminadas por los desechos de todo tipo, envenenadas por los detergentes, los metales pesados, los residuos agrícolas (abonos nitrogenados o fosfatados, pesticidas), o los residuos radiactivos. Muchas de ellas se encuentran actualmente muertas. Y aquí también los efectos de las destrucciones directas (dragados, rectificación de lechos de los ríos, nuevos puertos, etc.) se añaden a los de la contaminación.

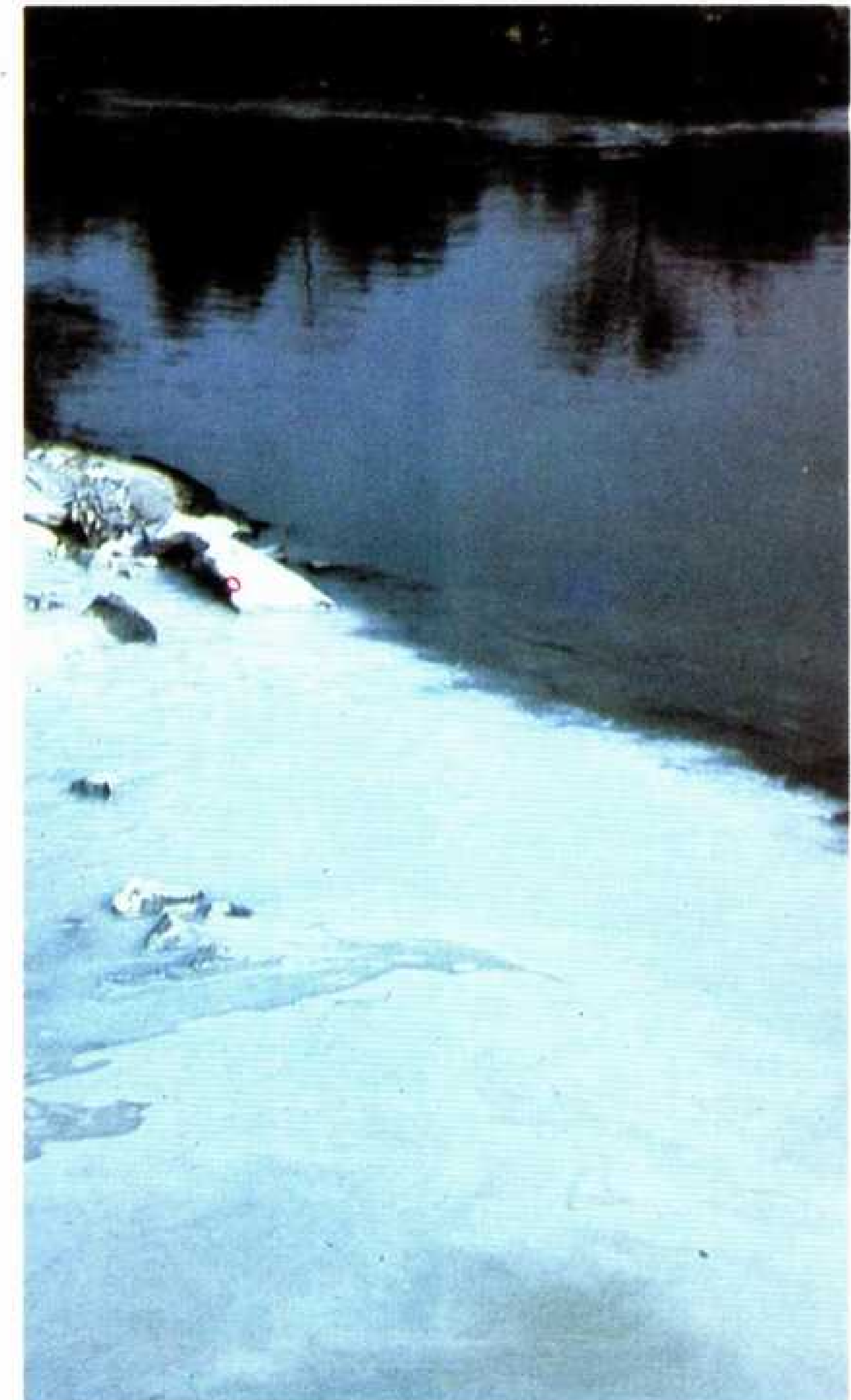


ños procedentes de los arrozales llevaban hasta la reserva natural productos tóxicos, y las aves que se alimentaban de insectos morían envenenadas.

Los accidentes de este tipo, por desgracia cada vez más frecuentes, aparecen rara vez en la primera página de los periódicos. Deberían hacer que reflexionáramos. Los daños que causan al medio natural son a menudo irreversibles. Al mismo tiempo son tan insidiosos, que sus consecuencias aparecen por lo común después de una larga temporada. Es el caso de las numerosas malformaciones genéticas observadas en los animales que han estado en contacto con aguas contaminadas con DDT, PCB o materiales radiactivos. Se empieza también a comprobar que los contaminantes no tienen una acción unívoca. Cuando varios de ellos, al proceder de distintos orígenes, se encuentran juntos en el mismo medio, su nocividad puede multiplicarse de forma aterradora. Es lo que se llama un efecto sinérgico. Así, el mercurio o el plomo en forma metálica no son muy peligrosos, pero si se vierten en un medio ácido pueden engendrar moléculas orgánicas (etilmercurio, tetraetilo de plomo, etc.) extremadamente tóxicas. Muchos procesos industriales generan calor y agua caliente. Son en especial los subproductos de las centrales térmicas y nucleares. El agua caliente, vertida en los ríos, los estuarios, las costas, o incluso al mismo océano, producen varios tipos de daños.

Los animales marinos son, en su gran mayoría, sensibles a la temperatura del medio. Su elevación o descenso puede, por ejemplo, provocar el desove prematuro o una migración fuera de época. Las variaciones térmicas conllevan una mayor sensibilidad a las sustancias tóxicas, a los parásitos externos y a las enfermedades (víricas, bacterianas o fúngicas).


Si se produce artificialmente agua caliente en un área determinada, frecuentada por especies adaptadas a una banda estrecha de temperatura, el desove se realiza a menudo demasiado pronto. Los alevines nacidos prematuramente se encuentran sometidos a condiciones térmicas para las que no han «sido diseñados» y no pueden además encontrar alimento. De la misma forma, las especies migradoras que vivan en un medio calentado artificialmente no percibirán el descenso natural de la temperatura al principio del invierno y permanecerán en la zona. Sin embargo, cuando cese la emisión de agua caliente, se encontrarán repentinamente en aguas demasiado frías para ellos, y serán incapaces de llegar a sus acostumbrados refugios invernales.



Las aplicaciones excesivas de algunos compuestos como los nitratos y los fosfatos en forma de abonos pueden, paradójicamente, conducir a los lagos, los ríos o los brazos de mar a la muerte. Este proceso, llamado eutrofización, empieza por una proliferación anormal de algunas algas verdes (arriba) y termina por la asfixia y la destrucción completa del ecosistema (a la izquierda).

A raíz del impresionante aumento de su población, la especie humana necesita cada vez más tierras y alimentos. Debe aprender, sin embargo, a preservar los biotopos continentales de los que depende, así como la inmensa fuente de alimento que constituye el mar. Si el hombre destruye y envenena las aguas, a la larga acabará destruyéndose y envenenándose a sí mismo. El desierto invadirá los continentes y el mar ya no será capaz de ofrecerle la riqueza que le ha dado durante siglos, sin haber recibido jamás a cambio el respeto que merece.

LA CONTAMINACION DE LOS MARES



La ola ecologista







DESPUÉS de la gran ola ecologista de los años setenta, y de las discusiones apasionadas que suscitó en el mundo occidental la alarma lanzada por los círculos científicos acerca de la contaminación del aire, de la tierra y del agua, los temas del medio ambiente fueron progresivamente ahogados bajo el peso de la rutina y del aburrimiento. Tan sólo el catastrófico naufragio de un superpetrolero o el riesgo de la fusión del núcleo de una central nuclear consiguen despertar, durante cuarenta y ocho horas o unas semanas, a la opinión pública mundial. Ha quedado relegada a las últimas páginas de los periódicos y al último espacio de los otros medios informativos la lista estival de las playas donde se prohíbe bañarse o la de las intoxicaciones debidas a los mariscos contaminados.

No nos hagamos ilusiones: nuestro planeta está enfermo. Sus aguas interiores, sus tierras agrícolas, sus ciudades, su atmósfera y sus mares están sucios y algunos en peligro de muerte; y nosotros con ellos. A lo largo de mis películas y mis libros, y en cada instante de mi vida consagrada al mar, me he cansado de detallar y subrayar las causas y las consecuencias de todas las formas de contaminación que agobian a la Tierra. En este capítulo resumiré brevemente algunos ejemplos.

Tengo en mis manos el número de una revista especializada para la cual escribí en 1979 un artículo general sobre este tema. Recogeré aquí los puntos principales con el único fin de confrontar, cinco años más tarde, los abusos que denunciaba en aquella época con las medidas tomadas desde entonces para mejorar la situación o para que al menos los golpes inflingidos al mar no empeorasen aún más.

Escribía que los vertidos urbanos, agrícolas e industriales de quinientos millones





La intensificación del tráfico marítimo, en especial de los transportes de petróleo, es una causa directa de contaminación. Las colisiones y los naufragios son frecuentes. Página de la izquierda, arriba y en el centro: una armada de petroleros en camino hacia las regiones productoras. Página de la izquierda, abajo: un petrolero sorprendido cuando limpiaba sus depósitos en alta mar. Esta operación, llamada de desgasificación, es totalmente ilegal. Página de la derecha: un petrolero partido en dos sobre las rocas, y una marea negra: el terror de Bretaña.



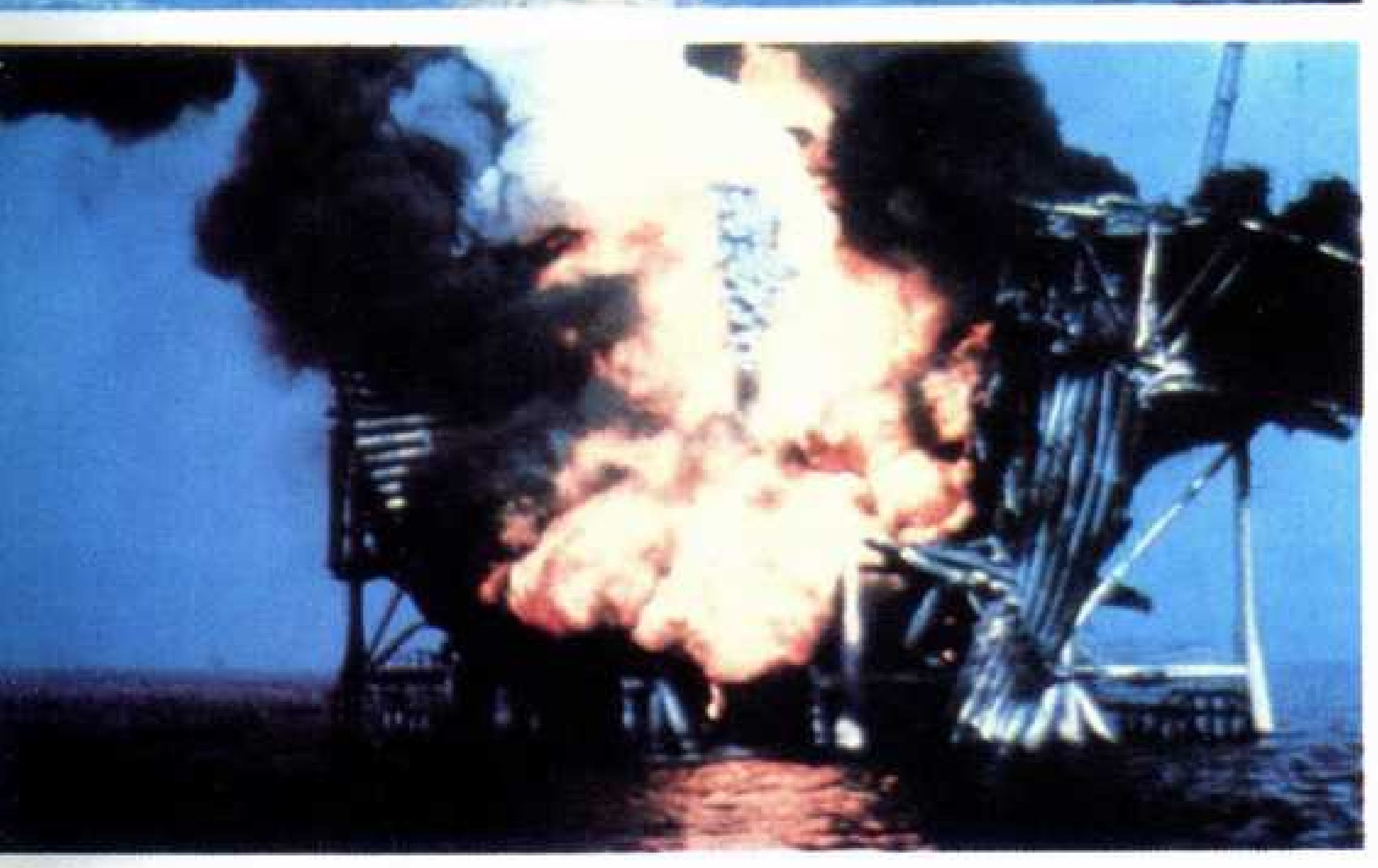
de europeos, africanos y asiáticos se tiran al Mediterráneo sin prácticamente ningún tratamiento previo. Además, este mar está casi cerrado. Sus posibilidades de regeneración son escasas. Necesita más de ochenta años para renovar sus aguas mediante las corrientes del estrecho de Gibraltar.

Subrayaba que casi todas las grandes ciudades del litoral, con sus millones de habitantes, descargan sus desperdicios sistemáticamente en el mar.

Recordaba tres casos de accidentes marítimos muy graves, en el transcurso de los cuales quintales de materiales contaminantes fueron tirados al mar. Frente a estos dramas, los gobiernos interesados no adoptaron ninguna medida apropiada, o lo hicieron con un retraso que no dudo en calificar de criminal. Se trataba del naufragio del *Cavtat*, ese carguero yugoslavo lleno de tretraetilo de plomo, que se hundió en el estrecho de Otranto; del encallado y posterior destrucción del *Olympic Bravery*, ese superpetrolero que se partió en dos mar adentro frente a Ouessant; por fin, el choque entre el carguero *Tanambi* y la plataforma *Sparkling Water*, cerca del faro de Ambrose. En estos tres casos, hombres considerados responsa-

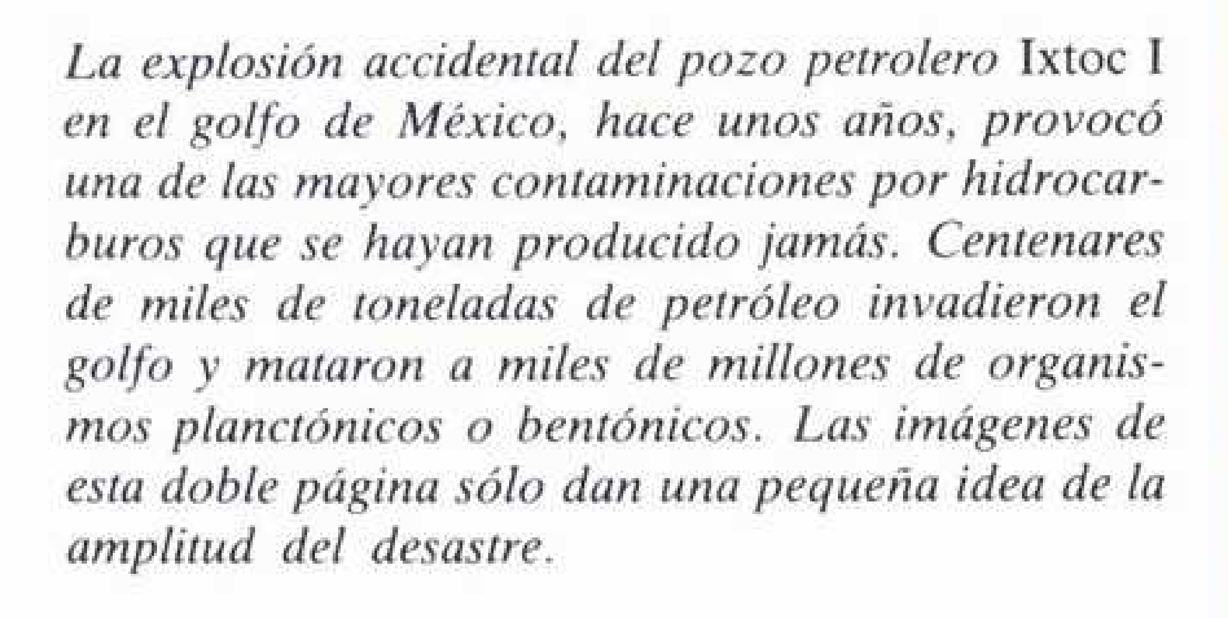













La explosión accidental del pozo petrolero Ixtoc I *en el golfo de México, hace unos años, provocó una de las mayores contaminaciones por hidrocarburos que se hayan producido jamás. Centenares de miles de toneladas de petróleo invadieron el golfo y mataron a miles de millones de organismos planctónicos o bentónicos. Las imágenes de esta doble página sólo dan una pequeña idea de la amplitud del desastre.*

bles se habían arriesgado a ver cómo terroríficas catástrofes se abatían sobre inmensas áreas marinas.

Subrayaba una vez más, en el artículo del que hablo, la peligrosidad del vertido en el mar de desechos nucleares. Es una práctica corriente de algunas naciones que utilizan la energía atómica con fines civiles o militares. Denunciaba también la locura que representa la continua expansión de las concesiones para la extracción petrolífera *offshore* y la construcción de centrales nucleares en mar abierto.

Hablaba por fin de la pesca industrial, que es un verdadero saqueo, de la industria, de la desecación de las marismas, de otros mil temas.

¿Dónde estamos hoy en día?



La contaminación crónica

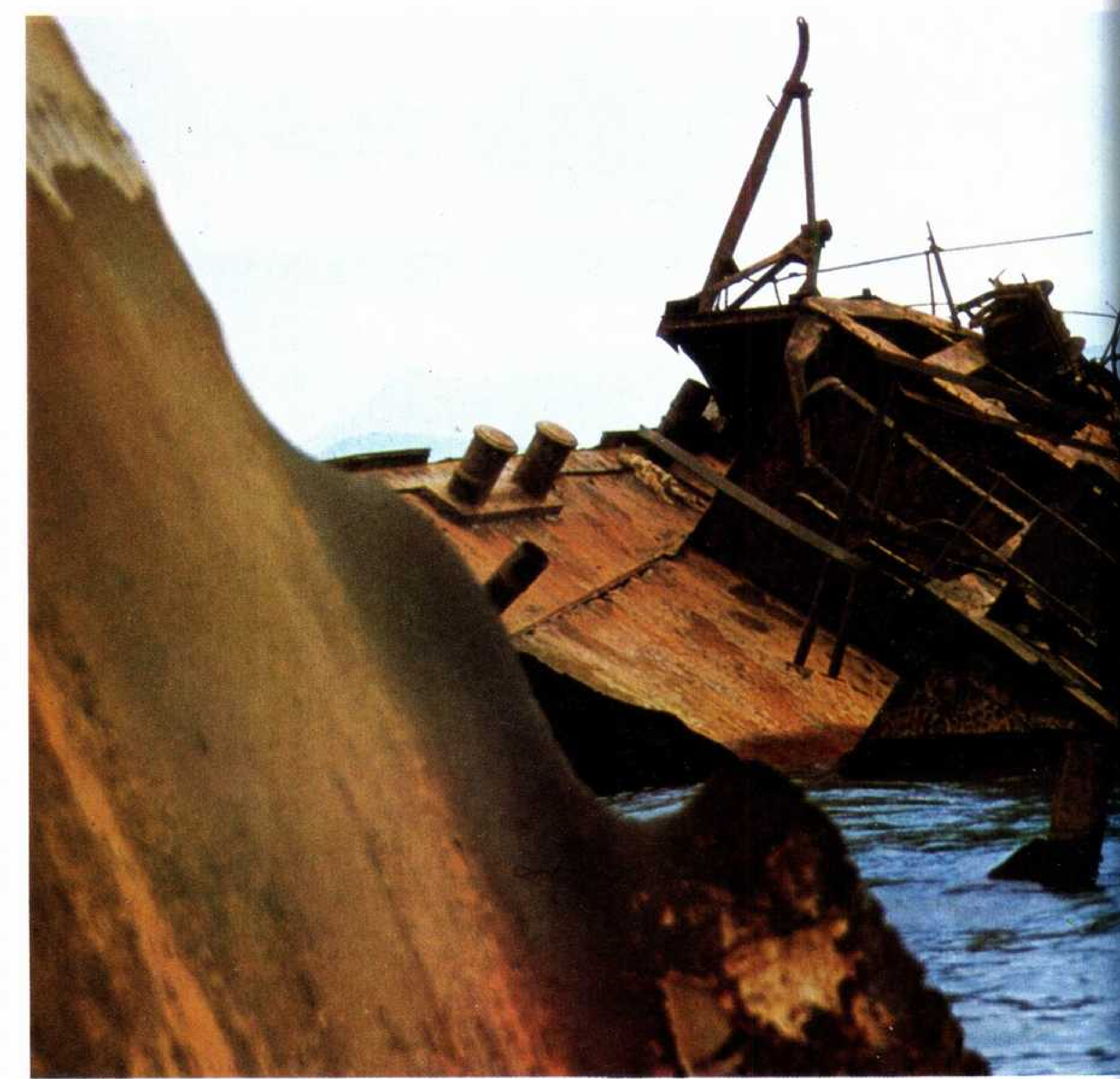
He presidido muchas conferencias internacionales en las que se presentaban y discutían los resultados de las investigaciones realizadas por los científicos sobre el grado de contaminación de las zonas oceánicas. Cuando se aborda el tema de las destrucciones debidas a los hidrocarburos, las constataciones son inquietantes. La más trágica de todas es, según mi opinión, que este tipo de contaminación se ha hecho crónica tanto en el Mediterráneo como en los otros mares. No se trata sólo de vertidos accidentales; ya no son el naufragio de un petrolero o el mal funcionamiento de una plataforma de perforación los que preocupan y alarman, sino la situación que se ha creado de forma permanente. Las principales causas de estos daños ya se conocen. Son las siguientes:

— Las operaciones de desgasificación de los petroleros, es decir, la carga y descarga de sus aguas de lastrado contaminadas y el lavado de sus tanques.
— La limpieza de los motores de los mercantes y de los barcos deportivos.
— Las pérdidas debidas a las refinerías.
— Los vertidos de lubrificantes y de otros aceites de los automóviles.

Los accidentes que ocurren a los petroleros o a otros navíos provocan daños locales importantes, pero su incidencia general sobre la tasa de contaminación de los océanos por los hidrocarburos es escasa. Podemos decir lo mismo de la explotación del petróleo *offshore* (a pesar de las catástrofes como la del pozo *Ixtoc I*, en México), de los accidentes de los oleoductos y de las terminales (en los puertos de carga del petróleo bruto), de las infiltraciones naturales o de la caída de partículas de hidrocarburos con las lluvias.

Sin embargo, todos estos factores se agravarán inevitablemente con el aumento de la capacidad de los oleoductos y de los puertos de carga, con la generalización de las perforaciones *offshore* muy profundas (se empieza a hablar de pozos que se explorarían a 1.000 ó 2.000 metros debajo de la superficie), o... debido a las guerras. En el instante en que releo este texto, un pozo petrolífero vierte desde hace meses miles de toneladas de hidrocarburos en el golfo Pérsico. No es un accidente, sino el resultado de la guerra entre Irán e Irak. Nadie lo puede arreglar, porque la guerra continúa.

Hemos visto que una de las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos ha sido siempre el agua de lastrado que los petroleros deben cargar para estabilizarse durante el viaje de vuelta hacia las regiones productoras, cuando sus tanques están vacíos. Desde 1960, esta agua de lastrado ya no debería ser vertida directamente al mar. Estaba previsto por las convenciones internacionales que sería conservada a bordo con el agua de limpieza del barco por lo menos setenta y dos horas, tiempo necesario para que las sustancias aceitosas se separen naturalmente del agua, que sería así vertida sola al mar. Pero este método no funciona en mares como el Mediterráneo, ya que un petrolero puede navegar más de 1.200 millas en setenta y dos horas, y todas las rutas mediterráneas son más cortas. Se





Miles de pecios de todo tipo (arriba) yacen en todos los mares del mundo. Algunos, simples montones de chatarra, resultan útiles: son usados como refugio por los crustáceos y los peces. Otros dejan escapar paquetes de detritos. Otros están llenos de contenedores atiborrados de sustancias tóxicas... Página de la derecha: algunos aspectos por desgracia habituales en los puertos modernos, donde son muy abundantes los desechos flotantes y las manchas de hidrocarburos.







decidió entonces que el desembarco debía estar provisto de instalaciones preparadas para recoger el lastre de los buques. Sin embargo, en realidad son rarísimos los puertos provistos de estas instalaciones. No hablo tampoco de los petroleros con bandera de complacencia, que no cumplen las reglamentaciones.

Una estimación media de la contaminación mundial de hidrocarburos, que data de 1975, estima que cuatro millones de toneladas se vierten anualmente en los océanos. De quinientos mil a un millón de toneladas acaban en el Mediterráneo, por desgracia uno de los mares más contaminados del mundo. Las consecuencias más inmediatas de esta situación son bien conocidas. Citaré sólo unos pocos ejemplos. Los mejillones y los múgiles son envenenados por los hidrocarburos cerca de los puertos petroleros españoles, franceses, italianos o griegos; asimismo, peces y crustáceos son incomestibles en algunas bahías.

La eutrofización

VALE la pena, a modo de ejemplo, examinar algunas cifras que conciernen a la situación de los mares que bañan las costas italianas.

Los 644 municipios asentados a lo largo de los 7.200 kilómetros de costas de la península cuentan con una población total de 16 millones de habitantes. Durante la época turística, esta población se eleva a 47 millones de seres. Además, 130.000 unidades industriales, desigualmente repartidas de una región a otra, están implantadas en estos mismos municipios, y producen una cantidad de materiales contaminantes equivalentes a los que verterían 30 millones de habitantes suplementarios. El tráfico marítimo, con sus 137 puertos y atracaderos importantes repartidos a lo largo de las costas, representa unos 200 millones de toneladas de fletes y 17 millones de pasajeros. Podemos decir, por lo tanto, que las aguas que bañan las costas italianas reciben anualmente, por parte de las instalaciones costeras, una contribución contaminante equivalente a la producida por una población de 100 millones de habitantes. ¿Cómo podría el mar resistir esta marea de desechos?











Se han actualizado recientemente las cifras relativas a uno de estos contaminantes, el fósforo, que procede de las alcantarillas (residuos metabólicos, 28 por 100; detergentes, 33 por 100), ganaderías, (13 por 100), excesos de abonos en los terrenos agrícolas (18 por 100) y de la industria (6 por 100).

Una vez en el agua, el fósforo ejerce la función para la cual ha sido utilizado en la agricultura, es decir, como fertilizante. Las aguas abonadas de esta forma se eutrofizan: producen cantidades anormales de microalgas que, vivas o muertas (en vías de descomposición), generan diferentes tipos de efectos nocivos. La consecuencia principal de la proliferación de estas algas es que consumen todo el oxígeno disponible en el agua. Una vez muertas, posadas sobre el fondo, estos vegetales necesitan aún para descomponerse mucho oxígeno. Este es extraído masivamente del agua, lo que acarrea la asfixia del zooplancton, de los moluscos, de los crustáceos, de los peces...

Naturalmente, los mares más sujetos a este fenómeno de eutrofización son los cerrados o casi cerrados, los que tienen poco intercambio con los océanos y los que reciben mayores cantidades de aguas fluviales procedentes de países industrializados o intensivamente cultivados.

Cuando la materia orgánica y los fertilizantes se encuentran en exceso en un río, una bahía o un lago, puede ocurrir que esta masa de agua muera debido a esta riqueza, eutrofizándose. Las fotografías de esta doble página muestran perfectamente cómo la proliferación de las algas puede acabar en la muerte del ecosistema.

Otra consecuencia secundaria del mal uso de la tecnología es la contaminación por los detergentes. Durante siglos se lavó con cenizas, arena, sosa y jabón. Actualmente se limpia con detergentes muy poderosos que hacen que nuestra ropa y nuestra vajilla estén tal vez más blancas que nunca, pero que contienen materias tóxicas sólo en parte biodegradables, y, por lo tanto, susceptibles de provocar por acumulación una contaminación crónica en grandes zonas.

Los detergentes, para lavar bien, tienen que romper la tensión superficial del agua y hacerla penetrar en los tejidos: el agua elimina así más fácilmente la grasa, el aceite, las partículas de tierra o las manchas orgánicas.

Los detergentes multiplican los efectos negativos de muchas otras sustancias. Los peces y otros animales marinos absorben directamente el oxígeno del agua: los mecanismos químicos de su respiración necesitan agua limpia. Estas criaturas padecen graves enfermedades si el agua está contaminada por sustancias como los detergentes, que provocan graves daños a las mucosas respiratorias. Estas lesiones son graves por sí mismas; además hacen que los organismos sean aún más sensibles a otros venenos (metales pesados, isótopos radiactivos, etc.), que franquean más fácilmente sus defensas corporales. Los primeros afectados son las larvas y los jóvenes de diversas especies.

El ciclo de los pesticidas

EL DDT (diclorodifeniltricloroetano) es utilizado desde hace decenios para luchar contra los insectos dañinos. Pero extermina algunos organismos sin impedir la proliferación de otros, rompiendo así el equilibrio ecológico de las zonas en las que es usado. Aun en pequeñas concentraciones, el DDT perturba la fotosíntesis de las plantas oceánicas unicelulares. Experimentos realizados con la fauna marina han demostrado que este insecticida influye negativamente sobre el crecimiento y la reproducción y que aumenta la tasa de mortalidad. Según algunos cálculos, se estima que alrededor de una cuarta parte de la producción mundial total de DDT acumulada está actualmente presente bajo diferentes formas en el mar.

Felizmente, el DDT está prohibido en la actualidad en un gran número de países (aunque sigue siendo utilizado en algunas regiones del Tercer Mundo). Ha sido sustituido por otros insecticidas, algunos de los cuales han tenido que ser prohibidos también debido a su toxicidad (lindane, dieldrine, aldrine, etc.).

Mientras que descubrían los efectos aniquiladores del DDT, la industria producía otras sustancias de efectos aún más nefastos: los PCB (policlorobifeniles). Estas sustancias son empleadas en los intercambiadores eléctricos de alto voltaje, en la industria cosmética, en las tintas de imprenta, etc. Ya han provocado envenenamientos colectivos, como el que azotó en 1968 a Kanemi, un pueblo del Japón occidental, y que se conoce con el nombre de «caso del aceite de arroz de Kanemi». La corrosión de algunos intercambiadores de color de una industria de alimentación provocó la contaminación por PCB de una cantidad de aceite de arroz comestible. Más de 5.000 personas enfermaron, siendo los síntomas más frecuentes las erupciones cutáneas, los vómitos, las afecciones oculares, los dolores musculares, las parálisis, etc. Los enfermos habían absorbido con su alimento entre 0,5 y 2 gramos de PCB. Muchos de ellos murieron en los tres años siguientes, y se registraron numerosos casos de abortos y de malformaciones fetales.

El DDT y los PCB forman parte de las sustancias llamadas halogenuros alkílicos, todas ellas tóxicas de alguna forma para las plantas, los animales y los hombres. Entre los halogenuros alkílicos más tóxi-











Los detergentes, de origen industrial o doméstico (polvos detergentes), son tóxicos para la mayoría de las criaturas acuáticas, y propician la eutrofización. Se les localiza con facilidad porque hacen espuma (como en estas fotografías).

cos, algunos son utilizados a gran escala como biocidas —el hexaclorobenceno y el «mirex», por ejemplo.

Nuestra atención se dirige también hacia otro grupo de compuestos orgánicos sintéticos halógenos sumamente peligrosos cuando son dispersados en el mar. Se trata de los halogenuros alkílicos de pequeño peso molecular, y en especial los que contienen flúor y son utilizados para rellenar los esprays, los que se usan para el lavado en seco o como disolventes industriales. La presencia de estas sustancias en todas las aguas superficiales y en la atmósfera terrestre, junto a su propiedad de permanecer intactos en el medio natural durante años, hacen necesaria una profunda investigación de sus efectos acumulados sobre la biosfera. Sabemos, por ejemplo, que los vertidos atmosféricos de clorofluorocarbono (los freones utilizados especialmente en las neveras) se han relacionado con la disminución del espesor de la capa de ozono en la estratosfera, que nos protege a todos del flujo mortal de los rayos ultravioletas.

La tragedia de Minamata

La industria química, que se ha desarrollado considerablemente en los últimos decenios, vierte a las aguas cloro, amoniaco, anhídridos, sulfuros, sulfatos, fósforo, etc., sin mencionar a esas moléculas tan agresivas como la auoleína, la dioxina, etc. La industria metalúrgica libera amoniaco, ácido sulfúrico y sales metálicas, en especial las de los metales pesados (mercurio, plomo, zinc, cromo, níquel, cadmio, etc.). Las industrias papelera y maderera arrojan a los ríos ácidos nítrico y sulfúrico, cloruro de calcio, anhídridos, colorantes, etc., mientras que los residuos de la celulosa son los mayores responsables de los procesos de eutrofización de las masas acuáticas. Las destilerías, refinerías-fábricas de cerveza, industrias lecheras y queseras eliminan también sustancias orgánicas más o menos nocivas desde el punto de vista físico-químico (nitratos, etc.), mientras que las fábricas de cemento, las canteras y las minas producen polvo.

De todos los metales tóxicos, el plomo, el cromo y el cadmio son los que contaminan más gravemente el medio ambiente. Mortal para todas las criaturas vivas, sobre todo en forma orgánica (metilmercurio, etilmercurio), el mercurio también lo es para el hombre cuando se absorbe con los alimentos o con el aire al respirar. Su permanente toxicidad se incrementa aún más en el agua, y se reconcentra en las cadenas alimentarias, como ha quedado demostrado en Minamata, en el Japón.

Algunos metales son liberados al mar y a la atmósfera por la industria en cantidades equivalentes a las producidas por los procesos naturales de vulcanismo y de erosión. Así, la ignición de combustibles fósiles y las fábricas de cemento vierten a los océanos mercurio y bario en cantidades equivalentes a las de los ríos, doblando de esta forma la tasa de acumulación de estos materiales tóxicos. Graves concentraciones locales de mercurio se han producido ya en las zonas costeras, en las que tuvieron dramáticas consecuencias.

En Minamata, en el Japón, entre 1953 y 1970, 111 personas padecieron graves trastornos neurológicos, de las articulaciones y genéticos, debido a un envenenamiento por mercurio.

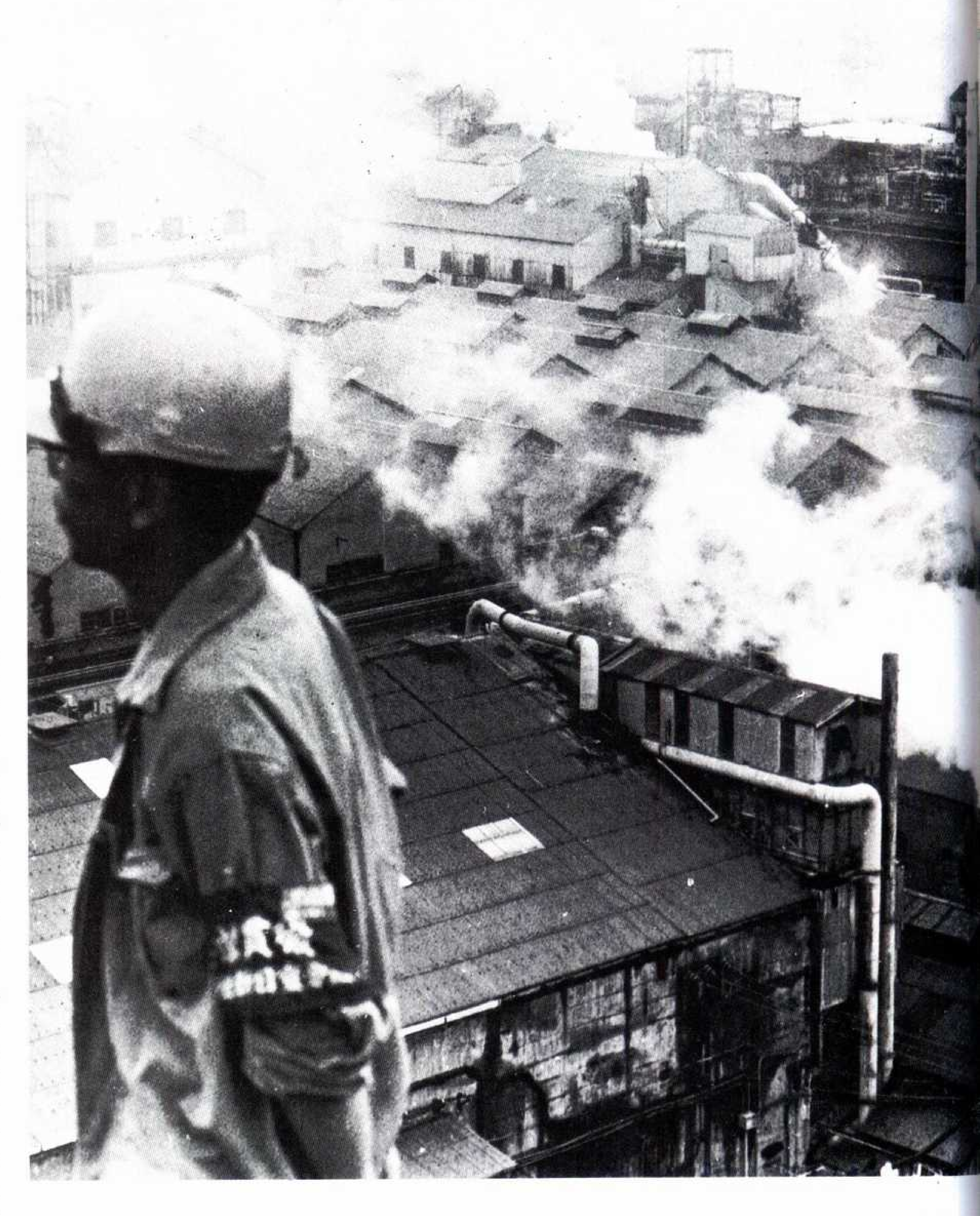
Los estudios y las investigaciones epidemiológicas realizadas demostraron que todas las víctimas habían consumido pescado y crustáceos procedentes de la misma bahía de Minamata, donde una fábrica de la Chisso que producía formaldehídos tiraba al mar sus excedentes de mercurio (utilizado como catalizador en diversos procesos químicos).

Absorbido por el plancton, y luego por los crustáceos, los peces y, por último, por el hombre, este mercurio en forma orgánica mató en total a 43 personas y provocó abortos y trastornos genéticos en muchos niños: 19 bebés nacieron con graves lesiones cerebrales.

El mercurio lesiona los nervios y los tejidos cerebrales, daña los glóbulos rojos, bloquea las articulaciones y destruye el hígado. Las personas envenenadas por este metal pierden el control de su musculatura y de sus funciones corporales, y se quedan ciegas.

Además, el mercurio atraviesa la placenta, daña el feto y provoca el nacimiento de monstruos.

Después del drama de Minamata y de las tragedias similares (gracias a Dios, algo menos graves) que ocurrieron en el espacio de unos pocos años en Japón, Suecia y Estados Unidos, se tomaron por fin serias medidas para controlar la destrucción de los desechos que contenían mercurio. El uso de pesticidas a base de mercurio fue también reducido drásticamente. Pero el peligro sigue latente. Los científicos —biólogos, oceanógrafos, químicos, etcétera— insisten sobre este hecho.



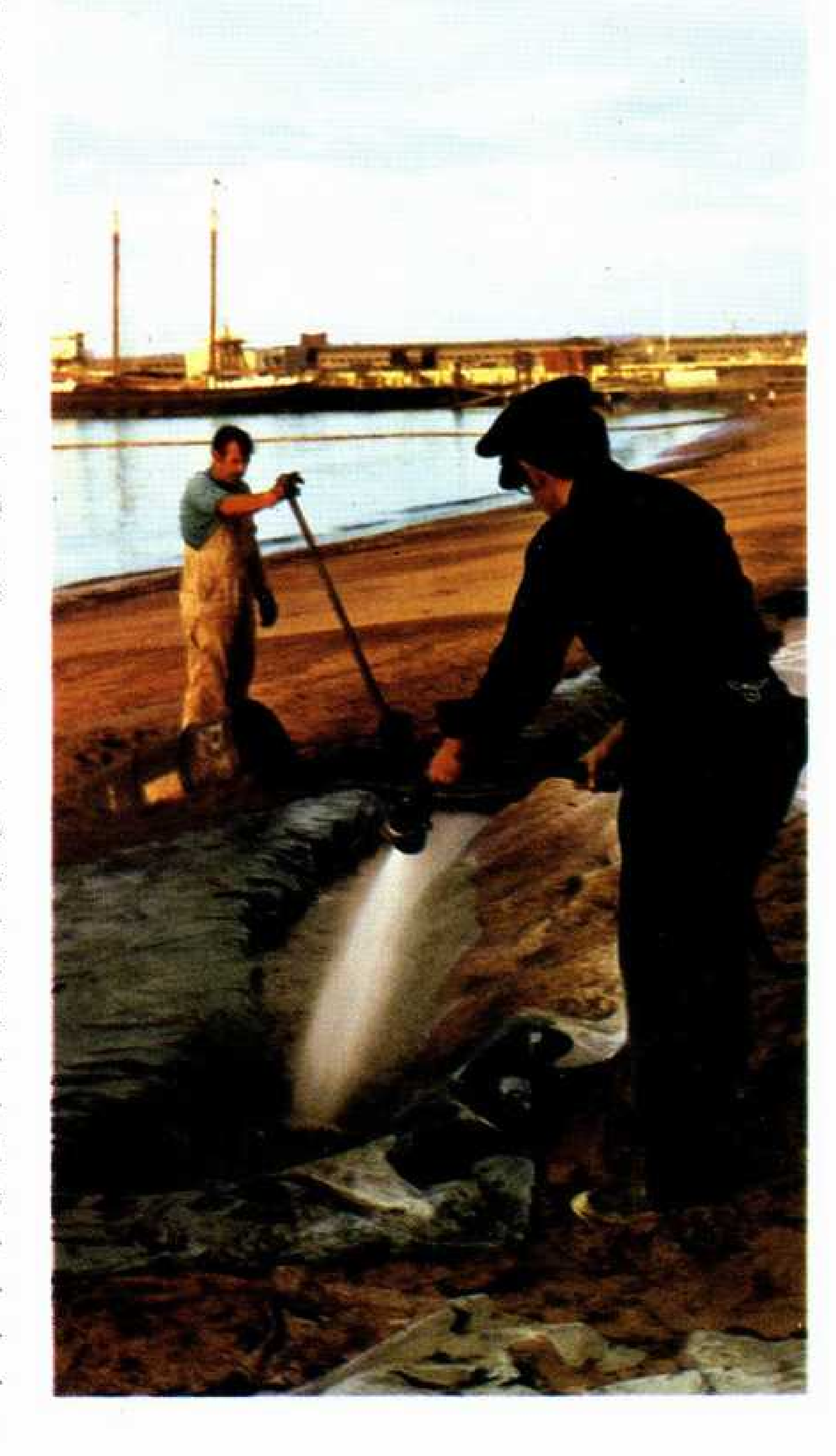
La fábrica de la Chisso, en Japón, vertía a la bahía de Minamata restos de mercurio. El metal estaba en concentraciones muy bajas, casi indetectables en el agua del mar. Sin embargo, se volvió a concentrar en las cadenas alimentarias, pasando del plancton a los pequeños crustáceos, a los pececillos, a los grandes peces, antes de llegar al hombre. Hubo centenares de víctimas: muertos, enfermos (con horribles dolores articulares y abdominales), niños anormales, enfermos (paralíticos, enloquecidos)... ¡Un drama de la contaminación que se ha transformado en el símbolo de todo lo que hay que evitar!


水俣病患者と連帯して斗うぞ!
犯罪的回答阻止するぞ
今日の回答を45名の死者が見ているぞ!
一任派の患者さん われわれがついている デタラメ回答をおしつけられるな

Para la salvación de los océanos

La alta mar representa el 90 por 100 de la superficie total de los océanos. Sus aguas profundas no entran casi en contacto con las aguas costeras ni con las aguas superficiales. Este hecho tranquiliza erróneamente a algunos, que declaran: las aguas profundas pueden aceptar todavía durante mucho tiempo los desperdicios del hombre. Este optimismo no tienen razón de ser, ya que existen también áreas llamadas de *upwelling*, es decir, zonas en las que las aguas profundas remontan masivamente a la superficie. Además, los seres vivos se encargan de transportar los contaminantes.

Las aguas de alta mar que reciben metales pesados y otras materias contaminantes permanecen mucho tiempo infectadas. Algunas sustancias químicas, los metales pesados o los isótopos radiactivos pueden conducir a la formación de verdaderos terrenos nutritivos envenenados. Se sabe, por ejemplo, que transcurren al menos diez años antes de que los hidrocarburos akílicos, algunos fluoruros y cloruros, que penetran inicialmente en el océano desde la atmósfera en forma de gas, sean transportados mediante procesos físicos y químicos hasta el océano profundo. Algunos de estos productos interfieren en los procesos metabólicos esenciales de los seres vivos. Influyen, por ejemplo, en el metabolismo del calcio de los crustáceos, cuyo caparazón adelgaza, o de las aves marinas, cuyos huevos tienen una cáscara demasiado frágil. Interfieren en las actividades de fermentación de los microorganismos. La consecuencia de su presencia masiva podría ser la inhibición de la degradación de algunas materias orgánicas en los grandes ciclos bioquímicos.

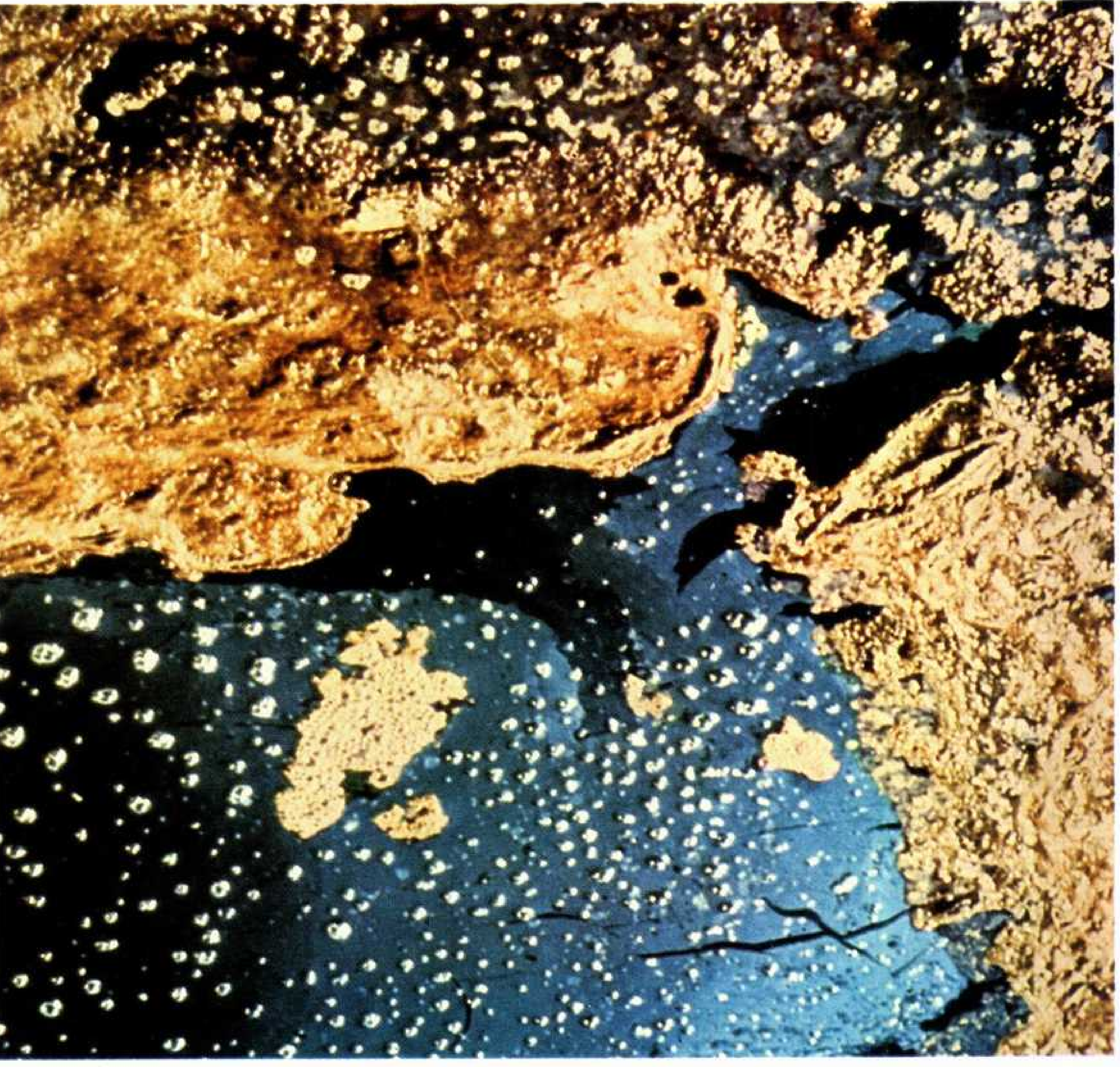


El punto irreversible se ha alcanzado felizmente tan sólo en unas pocas zonas, ya que el volumen del mar es inmenso. Pero hemos de tener cuidado.

No debemos olvidar, por otra parte, que la actividad bioquímica es menos intensa en las aguas superficiales de alta mar que cerca de las costas; los materiales contaminantes son transportados hacia abajo por los organismos vivos con una lentitud increíble. Dicho de otra manera, la mayor parte de los metales, de las moléculas tóxicas y de los isótopos radiactivos presentes en el mar debido a las actividades humanas se acumulan en el agua; una parte muy pequeña de ellos queda englobada en los sedimentos. En la actualidad, la superficie o la columna de agua subyacente de alta mar presentan, ya a simple vista o gracias a los mues-

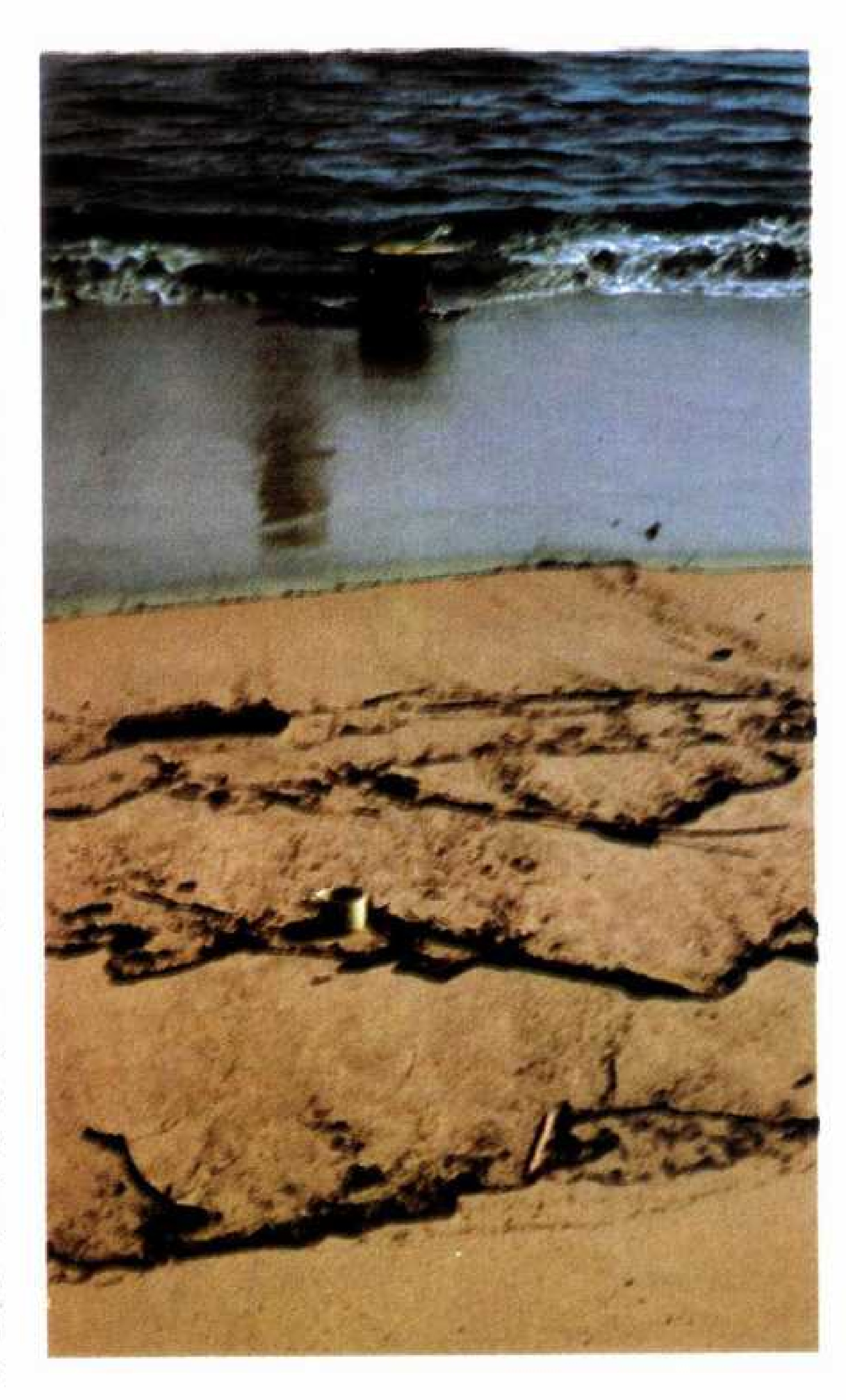






Esto es lo que ocurre cuando se hunde un petrolero o cuando se rompe la cabeza de un pozo petrolífero offshore: *una marea negra. Bretaña ha padecido desgraciadamente más de una, desde la del* Torrey Canyon, *en 1967, hasta la del* Amoco-Cádiz, *pasando por la del* Gino, *del* Tanio, *del* Bohlen, *del* Olympic-Bravery...

treos efectuados, algunas señales evidentes y amenazadoras de la actividad destructora del hombre.
El mar puede compararse a un inmenso almacén de compuestos químicos, todos ellos esenciales para la vida de los seres que nacieron y se adaptaron a ellos. Si falta una sola de estas sustancias, la consecuencia inmediata es la muerte de los organismos para los cuales este compuesto es indispensable, y graves alteraciones bioquímicas en los organismos que lo utilizan para algunos de sus procesos orgánicos. De la misma forma, si hay exceso de un compuesto respecto al valor medio, se puede decir que el lugar ocupado por esta sustancia se ha creado bien a expensas de otras moléculas indispensables, bien a cargo de una categoría de organismos.
Esta visión de los procesos que tienen lugar en los océanos sigue siendo esquemática. No hay que olvidar que estamos lejos de comprender la complejidad de los fenómenos ecológicos, en particular de los fenómenos de control y de equilibrio casi milagroso que regulan los ecosistemas. Los ejemplos que hemos dado ayudarán —así lo espero— al lector a comprender la urgencia del problema planteado por la cantidad de desechos metalúrgicos, químicos, nucleares y orgánicos que el hombre tira al mar. Los océanos, al menos en sus regiones más cerradas, muestran actualmente síntomas evidentes de su incapacidad digestiva de estos vertidos. El mar Báltico ha muerto, por así decir; el mar del Norte se despuebla, y el Mediterráneo está tocado. En los mares cálidos, algunos arrecifes coralinos se transforman en cementerios, y las playas, incluyendo las de los atolones idílicos de los mares del sur, están manchadas de alquitrán. Por muy lejos que se encuentren de las costas continentales, las aguas superficiales de alta mar llevan en superficie todo tipo de desechos. Algunas algas indeseables se multiplican, los mamíferos marinos van escaseando, las sustancias antibióticas transportadas por las alcantarillas de las ciudades inhiben la actividad de las bacterias marinas, que han purificado las aguas durante milenios, y, por el contrario, proliferan peligrosos gérmenes patógenos. No se trata de oponerse al desarrollo científico y tecnológico, sino de orientar nuestra elección hacia el desarrollo no destructor. Debemos aprender a respetar el medio ambiente, a devolverle tanto como tomamos de él, y a utilizar nuestras capacidades de invención para progresar armónicamente evitando la trampa catastrófica de la contaminación y el saqueo.



El mar es saqueado y contaminado en todo el mundo (arriba). Y cuando una señal Caution *(«peligro») vuelve a la playa...*


REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS

The Cousteau Society Inc. Colaboran además: Harold Edgerton. Environmental Protection Agency (E.P.A.). Federal Water Quality. Fototeca Storica Nazionale. René Maestri-Monaco. R. Murphy. Musée Océanographique de Monaco, Collection du Prince Albert I. Musée Océanographique de Monaco/R. Esposito, M. Matteucci. Nasa. Publifoto. Angelo Regaldi/Sef, Turín. Sipa/Grazia Neri. E. Smith/Magnum. Roméo Spadoni. U.S.S. Geological Survey.

ILUSTRADORES

Lorenzo Orlandi.





35 | VIAJES

folio